

Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Coordenação de Pós-Graduação em Ciência da Computação

Aplicações da Robótica Educacional para o Desenvolvimento do
Pensamento Computacional no Contexto da Educação Básica

Isabelle Maria Lima de Souza

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em
Ciência da Computação da Universidade Federal de Campina Grande -
Campus I como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau
de Mestre em Ciência da Computação.

Área de Concentração: Ciência da Computação

Linha de Pesquisa: Educação em Ciência da Computação

Lívia Maria Rodrigues Sampaio Campos

(Orientadora)

Wilkerson de Lucena Andrade

(Co-orientador)

Campina Grande, Paraíba, Brasil

©Isabelle Maria Lima de Souza, 22/06/2019

**"APLICAÇÕES DA ROBÓTICA EDUCACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO DO
PENSAMENTO COMPUTACIONAL NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO BÁSICA"**

ISABELLE MARIA LIMA DE SOUZA

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 09/07/2019

**LÍVIA MARIA RODRIGUES SAMPAIO CAMPOS , Dra., UFCG
Orientador(a)**

**WILKERSON DE LUCENA ANDRADE, Dr., UFCG
Orientador(a)**

**DALTON DARIO SEREY GUERRERO, Dr., UFCG
Examinador(a)**

**ECIVALDO DE SOUZA MATOS, Dr., UFBA
Examinador(a)**

CAMPINA GRANDE - PB

S729a

Souza, Isabelle Maria Lima de.

Aplicações da Robótica Educacional para o desenvolvimento do pensamento computacional no contexto da Educação Básica / Isabelle Maria Lima de Souza. - Campina Grande, 2019.

171 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Engenharia Elétrica e Informática, 2019.

"Orientação: Profa. Dra. Livia Rodrigues Sampaio Campos, Prof. Dr. Wilkerson de Lucena Andrade.

Referências.

1. Pensamento Computacional - Educação. 2. Robótica Educacional. 3. Educação Básica. I. Campos, Livia Rodrigues Sampaio. II. Andrade, Wilkerson de Lucena. III. Título.

CDU 007.52:37(043)

Resumo

Na atualidade, a competência de resolver problemas é substancial para o relacionamento do ser humano com o meio social, pois as diversas áreas englobam situações complexas a serem elucidadas. Ainda assim, acompanhar a dinâmica social é uma tarefa árdua que pode impossibilitar o avanço técnico e científico, sendo um desafio proporcionar aos estudantes condições que favoreçam a capacidade de resolução de problemas. Desse modo, é vislumbrado a incorporação de esforços que estimulem essas capacidades em estudantes desde a Educação Básica (EB), perspectiva que vem sendo reconhecida na proposta da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Brasil. Nesse sentido, o Pensamento Computacional (PC) emerge como um processo de pensamento interdisciplinar englobando habilidades mentais que podem ajudar a compreensão e resolução de problemas. Pesquisas na área de Educação em Ciência da Computação (CC) investem na proposição metodológica de atividades voltadas ao estímulo do PC, na validação de instrumentos avaliativos, bem como na concepção de tecnologias que suportem a execução dessas atividades. A Robótica Educacional (RE) é uma dessas tecnologias que se destaca nos diferentes níveis educacionais por favorecer habilidades como: trabalho em equipe, raciocínio lógico e criatividade; habilidades intimamente articuladas à ideia do PC. Não obstante, as iniciativas científicas, sobretudo na EB, não buscam observar o impacto que a RE proporciona no desenvolvimento de estudantes, evidenciando uma área que requer estudos fundamentados em investigação empírica. O objetivo geral deste trabalho é investigar o impacto que atividades com RE causam no desenvolvimento do PC e no aprendizado dos componentes curriculares da 1ª série do EM. Buscamos responder às seguintes questões de pesquisas: (Q1) O uso da robótica na EB pode favorecer o desenvolvimento do PC? (Q2) O uso da robótica na EB pode favorecer o desempenho nos componentes curriculares? Para isso, realizamos um estudo do tipo pesquisa-intervenção com estudantes e professores da 1ª Série do Ensino Médio de duas modalidades distintas da EB, analisando aspectos quantitativos e qualitativos. Os resultados obtidos indicam que a introdução da RE no EM pode favorecer estudantes no desenvolvimento das habilidades do PC e no aprendizado dos componentes curriculares.

Abstract

Nowadays, the competence of solving problems is substantial for the relationship of human beings with the social environment, on this account the diverse areas encompass complex situations to be cleared up. Though, accompanying the social dynamic is a hard task which can make impossible the scientific and technical progress, being a challenge to provide the students conditions that favor the capacity of problem solving. Thus, we glimpse the insertion of efforts which stimulate these capacities in students since the Basic Education (BE), expectation that has been recognized in the proposal of the Common National Curricular Base (BNCC) of Brazil. In this sense, Computational Thinking (CT) emerges as an interdisciplinary a thought process encompassing mental abilities that can help the comprehension and problem-solving. Researches in the field of Education in Computer Science (CC) invest in methodological proposal of activities aimed to computer stimulation, in validating evaluating tools, as well as in the conception of technologies which support the execution of these activities. ER is one of these technologies that stands out in the different educational levels for favoring skills such as: team work, logical thinking and creativity; intimately articulated skills with the computer paradigm. Despite, scientific initiatives, mainly in BE, they don't seek to observe the impact that RE has on student development, evidencing a field which requires studies based on empirical investigation. The main objective of this work is to investigate the ER activities impact on CT development and on learning of 1st grade High School grade curriculum components. We aimed to answer the following questions: (Q1) Can the use of Robotics in BE help in the CT development? (Q2) Can the use of Robotics favor in performance of curriculum components? For this, we accomplished a study of intervention research type with students and teachers from the 1st grade High School of two contrasting modalities of BE analysing quantitative and qualitative aspects. The results indicate that the introduction of ER can favor students in the development of CT skills and in the learning of High School curriculum components.

Agradecimentos

Antes de tudo, agradeço a Deus por ter me agraciado com a oportunidade de realizar um sonho pessoal e por ter me dando força e coragem para enfrentar as adversidades que encontrei no decorrer da construção desta pesquisa.

A minha esposa Júlia Fernandes, pelo apoio incondicional a todas as decisões que tomo em minha vida. Muitas de minhas conquistas foram possíveis graças ao seu apreço e estima com meu futuro.

A minha família, em especial aos meus pais Elza e Josival pela dedicação com minha educação ao longo de todos esses anos e por terem sempre estado ao meu lado me compreendendo, ajudando e torcendo por meu sucesso. Aos meus irmãos Igor e Ianne por serem verdadeiros companheiros em cada passo dado. Aos meus sobrinhos Thifany e Miguel (que está por chegar), por serem a luz de nossa família, foi pensando no futuro de vocês que a cada dia me motivei a continuar com este estudo.

Aos meus orientadores, Lívia Sampaio e Wilkerson Andrade por terem me aceitado, por toda paciência, ensinamentos e incentivos no decorrer de todos os trabalhos que realizamos juntos. Minha chegada ao final dessa jornada dedico e agradeço a vocês.

Aos professores e amigos Carolina Soares e Francinaldo Brito, por todo apoio durante a aplicação de minha proposta nas escolas, vocês foram peças essenciais para a realização deste trabalho. A vocês dedico minha eterna gratidão.

A 3ª Regional de Ensino do Governo da Paraíba e a Direção das escolas, nas pessoas de Djanira Dantas e Luzenilda Rodrigues, por me concederem a oportunidade de concretizar a aplicação de minha proposta de estudo. Sem a confiança que vocês depositaram em mim jamais conseguiria obter os resultados que apresento nesta dissertação.

Aos professores, funcionários e amigos da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG/COPIN), em especial a todos que compõem o Laboratório de Práticas de Software (SPLab) e o Laboratório de Sistemas Distribuídos (LSD), meus sinceros agradecimentos.

Conteúdo

1	Introdução	1
1.1	Contextualização e Motivação	1
1.2	Problemática	3
1.3	Objetivo	5
1.4	Metodologia	5
1.5	Contribuições	7
1.6	Organização da Dissertação	7
2	Fundamentação Teórica	9
2.1	Educação Básica no Brasil	9
2.1.1	Modalidades de Ensino Médio nas Escolas Estaduais da Paraíba	11
2.1.2	Instrumentos de Avaliação da EB na Paraíba	12
2.2	Pensamento Computacional	13
2.2.1	Educação e Pensamento Computacional	18
2.2.2	Instrumentos Avaliativos do Pensamento Computacional	23
2.3	Robótica Educacional	26
2.3.1	Robótica Educacional: Conceito	27
2.4	Conclusão do Capítulo	35
3	Trabalhos Relacionados	37
3.1	Uso da Robótica Educacional na Educação Básica	37
3.2	Desenvolvimento do Pensamento Computacional por meio da Robótica Educacional	42
3.3	Conclusão do Capítulo	45

4	Metodologia	47
4.1	Contexto da Aplicação do Estudo	47
4.1.1	Escola Profissional Técnica (EPT)	48
4.1.2	Escola Cidadã Integral (ECI)	49
4.1.3	Laboratórios de Robótica	51
4.2	Método da Pesquisa	53
4.2.1	<i>Design</i> da Pesquisa	53
4.2.2	Questões de Pesquisa e Hipóteses	54
4.3	Fases da Pesquisa	55
4.3.1	Preparação	55
4.3.2	Execução da Robótica Autodescoberta	73
4.3.3	Execução da Robótica Fundamentada em Computação	76
4.3.4	Aplicação do <i>Survey</i> com Professores	77
4.3.5	Procedimentos para Análise dos Dados	78
4.4	Considerações Éticas	80
4.5	Conclusão do Capítulo	81
5	Avaliação dos Efeitos do Ensino com Robótica no Curso Técnico em Informática de Nível Médio	82
5.1	Especificidades do Contexto	83
5.2	Amostra e Coleta de Dados	83
5.3	Perfil dos Participantes	85
5.3.1	Perfil dos Estudantes	85
5.3.2	Perfil dos Professores	86
5.4	Procedimentos para Análise dos Dados	88
5.5	Resultados e Discussão	90
5.5.1	Q1: Qual o impacto que a introdução da RE no EM causa no desenvolvimento do PC?	90
5.5.2	Q2: Qual o impacto que a introdução da RE no EM causa no aprendizado dos componentes curriculares?	93
5.6	Ameaças à Validade	101

5.6.1	Validade de Constructo	101
5.6.2	Validade Interna	102
5.6.3	Validade Externa	103
5.6.4	Validade de Conclusão	104
5.7	Conclusão	104
6	Avaliação dos Efeitos do Ensino com Robótica no Curso de Ensino Médio Regular Integral	106
6.1	Especificidades do Contexto	106
6.2	Amostra e Coleta de Dados	107
6.3	Perfil dos Participantes	108
6.3.1	Perfil dos Estudantes	108
6.3.2	Perfil dos Professores	110
6.4	Procedimentos para Análise dos Dados	112
6.5	Resultados e Discussão	114
6.5.1	Q1: Qual o impacto que a introdução da RE no EM causa no desenvolvimento do PC?	114
6.5.2	Q2: Qual o impacto que a introdução da RE no EM causa no aprendizado dos componentes curriculares?	118
6.6	Ameaças à Validade	124
6.6.1	Validade Interna	124
6.6.2	Validade Externa	125
6.6.3	Validade de Conclusão	126
6.7	Conclusão	126
7	Lições Aprendidas	128
7.1	Quanto a não Utilização dos Laboratórios de Robótica	128
7.2	Quanto aos Resultados Obtidos	132
7.3	Quanto às Relações entre PC e os Componentes Curriculares	133
7.4	Quanto à Obrigatoriedade	135
7.5	Quanto ao Estudo Longitudinal	137
7.6	Quanto à Relação dos Estudantes com a Robótica	138

7.7	Quanto à Prova do Bebras	138
7.8	Conclusão do Capítulo	141
8	Conclusão	143
8.1	Contribuições	145
8.2	Trabalhos Futuros	146
A	Pesquisa Sobre o Perfil Individual de Estudantes de 1ª Série do Ensino Médio	158
B	Survey dos Professores	163
C	Termo de Anuência	166
D	Termo de Assentimento	168
E	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	171

Lista de Símbolos

- BNCC - *Base Nacional Comum Curricular*
- CC - *Ciência da Computação*
- CIEB - *Centro de Inovação para a Educação Brasileira*
- EB - *Educação Básica*
- ECI - *Escola Cidadã Integral*
- ECIT - *Escola Cidadã Integral Técnica*
- EI - *Educação Infantil*
- EF - *Ensino Fundamental*
- EM - *Ensino Médio*
- EPT - *Escola Profissional Técnica*
- ENEM - *Exame Nacional do Ensino Médio*
- LDB - *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*
- PC - *Pensamento Computacional*
- PPP - *Projeto Político Pedagógico*
- RE - *Robótica Educacional*
- SESI - *Serviço Social da Indústria*
- SBC - *Sociedade Brasileira de Computação*

Lista de Figuras

2.1	Ambiente <i>online</i> de desenvolvimento do <i>Scratch</i>	21
2.2	Ambiente <i>online</i> de desenvolvimento do <i>MIT App Inventor</i>	22
2.3	Cartas do AlgoCards. Fonte: www.computacional.com.br	22
2.4	Materiais de robótica da <i>Fischertechnik</i> [®] utilizados nas escolas estaduais da Paraíba. Fonte: https://www.fischertechnik.de/en	23
2.5	Materiais da Metodologia LEGO ZOOM	31
2.6	Materiais da Metodologia LEGO ZOOM	31
2.7	Montagem robótica do <i>Modelix Robotics</i> . Fonte: https://www.modelix.com.br	32
2.8	<i>Software MODELIX SYSTEM PRO</i> . Fonte: https://www.modelix.com.br	33
2.9	Materiais da Metodologia <i>Fischertechnik GmbH</i> [®]	34
2.10	Software Robo Pro da <i>Fischertechnik GmbH</i> [®]	35
4.1	Modelo Representativo da Proposta <i>Brink Robótica</i> Fonte: Manual Metodológico <i>Brink Robótica</i>	52
4.2	Fases da pesquisa	55
4.3	Laboratório da EPT antes e após o trabalho de organização	57
4.4	Laboratório da ECI antes e após o trabalho de organização	58
4.5	Instrumentos de coleta de dados aplicados	64
4.6	Questão da prova do Bebras	66
4.7	a) Quantitativo de alunos por turma da ECI em valor absoluto; b) Média de acerto nas questões de computação por turma da ECI; b) Índice de repetência por turma da ECI.	72
4.8	Projetos dos estudantes produzidos durante a Robótica Autodescoberta	74

4.9	História construída pelos estudantes durante as atividades de Robótica Autodescoberta	75
4.10	Atividade e soluções algorítmicas propostas pelos estudantes	78
5.1	Caracterização dos grupos de estudantes por idade	86
5.2	Motivos dos professores para a não utilização da RE em sala de aula	88
5.3	Distribuição do desempenho dos grupos de estudantes no Bebras: a) Pós-Teste I; b) Pós-Teste II	91
5.4	Desempenho dos grupos de estudantes no Bebras: a) Pós-Teste I; b) Pós-Teste II	92
5.5	Os estudantes participaram efetivamente em meu componente curricular.	99
5.6	A qualidade dos argumentos dos estudantes em discussões durante meu componente curricular foi satisfatória.	100
5.7	Os estudantes demonstram facilidade em aprender (independente dos resultados obtidos em atividades avaliativas).	101
6.1	Caracterização dos grupos de estudantes por idade	109
6.2	Caracterização dos grupos de estudantes por contato com a RE	110
6.3	Motivos dos professores para a não utilização da RE em sala de aula	112
6.4	Distribuição do desempenho dos grupos de estudantes no Bebras: a) Pós-Teste I; b) Pós-Teste II	115
6.5	Desempenho dos grupos de estudantes no Bebras: a) Pós-Teste I; b) Pós-Teste II	116
6.6	Os estudantes participaram efetivamente em meu componente curricular.	123
6.7	A qualidade dos argumentos dos estudantes em discussões durante meu componente curricular foi satisfatória.	124
6.8	Os estudantes demonstram facilidade em aprender (independente dos resultados obtidos em atividades avaliativas).	125
7.1	Distribuição dos professores por mesorregiões	130
7.2	Estudantes participando da Semana Pedagógica da EPT	136
7.3	Questão do Bebras com apenas elementos textuais	140
7.4	Questão do Bebras com elementos textuais e gráficos	140

7.5 Questão do Bebras com elementos textuais e gráficos 141

Lista de Tabelas

2.1	Critérios da comunidade Bebras para correção da Prova	25
4.1	Componentes curriculares do curso Técnico em Informática de nível médio	49
4.2	Componentes curriculares do EM da ECI	50
4.3	<i>Design</i> da pesquisa	54
4.4	Agrupamentos dos componentes curriculares para análise	67
4.5	Recorte dos registros de observação do Diário de Bordo	69
4.6	Aspectos observacionais	70
4.7	Diferença absoluta entre os critérios das turmas da ECI	73
4.8	Recortes dos dados para a análise	79
5.1	Caracterização dos grupos de estudantes	84
5.2	Amostra de estudantes por sexo	85
5.3	Caracterização dos grupos de estudantes por repetência na 1ª Série	86
5.4	Amostra de professores por sexo	86
5.5	Distribuição dos professores por componentes curriculares	87
5.6	Perfil dos professores quanto ao contato com RE	88
5.7	Pressupostos estatísticos: <i>p-value</i> dos testes de Normalidade e Homoscedasticidade para os recortes de análise dos agrupamentos dos componentes curriculares	89
5.8	Pressupostos estatísticos: <i>p-value</i> dos testes de Normalidade e Homoscedasticidade para os recortes de análise da Prova Bebras	89
5.9	Quantitativo de estudantes por recorte de análise	90
5.10	Média, desvio padrão e diferença média do desempenho dos grupos de estudantes no Bebras	91

5.11	Teste de hipótese e tamanho do efeito da Prova Bebras	92
5.12	Média, desvio padrão e diferença média do desempenho dos grupos de estudantes nos agrupamentos dos componentes curriculares	95
5.13	Teste de hipótese e tamanho do efeito nos agrupamentos dos Componentes Curriculares	96
6.1	Caracterização dos grupos de estudantes	108
6.2	Amostra de estudantes por grupo	109
6.3	Caracterização dos grupos de estudantes por repetência na 1ª Série	109
6.4	Amostra de professores por sexo	110
6.5	Distribuição dos professores por componentes curriculares	111
6.6	Perfil dos professores quanto ao contato com RE	111
6.7	Pressupostos estatísticos: <i>p-value</i> dos testes de Normalidade e Homoscedasticidade para os recortes de análise dos agrupamentos	113
6.8	Pressupostos estatísticos: <i>p-value</i> dos testes de Normalidade e Homoscedasticidade para os recortes de análise da Prova Bebras	113
6.9	Quantitativo de estudantes por recorte de análise	114
6.10	Média, desvio padrão e diferença média do desempenho dos grupos de estudantes no Bebras	115
6.11	Teste de hipótese e tamanho do efeito da Prova Bebras	117
6.12	Média, desvio padrão e diferença média do desempenho dos grupos de estudantes nos agrupamentos dos componentes curriculares	119
6.13	Teste de hipótese e tamanho do efeito nos agrupamentos dos Componentes Curriculares	121
7.1	Motivos de não utilizarem a RE	130
7.2	Dificuldades encontradas pelos professores no uso da RE	131
7.3	Coefficientes de correlação de <i>Spearman</i> entre o desempenho na Prova Bebras e os agrupamentos dos componentes curriculares	134

Lista de Códigos Fonte

4.1	Exemplo das questões em pseudocódigo aplicadas	64
-----	--	----

Capítulo 1

Introdução

Neste Capítulo, apresentaremos a motivação e o contexto em que o estudo foi realizado, a problemática considerada, os objetivos delineados, a metodologia de pesquisa aplicada e os resultados alcançados. Por fim, a organização do presente documento.

1.1 Contextualização e Motivação

No decurso de sua existência, a humanidade buscou desmistificar dilemas oriundos do cotidiano, fomentando, dessa forma, a prática de resolução de problemas. Na atualidade, a competência de resolver problemas é substancial para o relacionamento do ser humano com o meio social, pois as diversas áreas (profissional, social, educacional, etc.) englobam situações complexas a serem elucidadas. Ainda assim, acompanhar a dinâmica social com suas problemáticas, é uma tarefa árdua que pode impossibilitar o avanço técnico e científico, haja vista, a tendência majoritária de uma postura filosófica clássica nos segmentos educacionais vigentes. Esse é um paradoxo que necessariamente deve ser entendido e superado [11; 17].

O desafio é proporcionar à atual geração de estudantes capacidades para enfrentar as adversidades sociais, ou seja, oferecer condições que favoreçam a realização de atividades, envolvendo resolução de problemas [42]. Defronte a essa indigência, vislumbra-se a incorporação de esforços que expandam o estímulo das capacidades de resolver problemas desde a formação inicial dos estudantes na Educação Básica (EB), pois terão que se desenvolverem como profissionais no futuro próximo.

Em resposta a essas necessidades, iniciativas com o objetivo de promover diretrizes para o desenvolvimento de competências que fortaleçam a ação de ensinar e de aprender, se estabelecem no âmbito educacional [19]. O uso de recursos tecnológicos na educação é um dos segmentos dessas iniciativas, responsáveis por inúmeras frentes de aplicações, mas que nos dias atuais podem ser vistos como instrumentos para desenvolver maneiras de resolver problemas. Essa compreensão da tecnologia é reconhecida pela proposta curricular da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Plano Nacional de Educação do Brasil, que especifica a importância do uso de problemas para o desenvolvimento intelectual de estudantes da EB, e defende a introdução de tecnologia como um recurso educativo [14].

Nesse contexto, orientações inspiradas em práticas que ajudem a desenvolver nos estudantes, competências e habilidades relacionadas a conceitos da Ciência da Computação (CC), devido seu caráter transversal, passaram a ser objeto de estudo de especialistas no ensino de computação. Em consequência, o Pensamento Computacional (PC) emerge como um paradigma de trabalho interdisciplinar, englobando habilidades mentais que ajudam na compreensão e resolução de problemas. O PC pode aumentar a produtividade e a criatividade, podendo ser usado para abstrair problemas ou para programar um computador que os solucione de maneira rápida [78].

Para Jannet Wing [61], o PC originário do modo como cientistas resolvem seus problemas, “é uma habilidade fundamental para todos, não somente para cientistas da computação. À leitura, escrita e aritmética, deveríamos incluir PC na habilidade analítica de todas as crianças”. Pesquisas atuais confirmam a importância do PC destacada por Wing nas diversas áreas do conhecimento, a exemplo de Weintrop *et al.* [100] que demonstraram uma abordagem para a incorporação do PC em aulas de ciências e matemática do Ensino Médio (EM). Esses estudos envolvem desde a proposição metodológica de atividades voltadas ao estímulo do PC, à validação de instrumentos avaliativos como propostos por Araújo *et al.* [8; 7; 6] e tecnologias que suportem a execução dessas atividades como apresentado por Repenning *et al.* [3].

Nesse sentido, instituições brasileiras de cunho tecnológico e social vêm promovendo a cultura de que o PC favorece a capacidade de resolução de problemas, a exemplo da Sociedade Brasileira de Computação (SBC) que em seus referenciais de formação em computação para a EB, especifica o PC como um dos eixos de conhecimento essenciais da CC [80]. Na

mesma linha, com o Currículo de Referência em Tecnologia e Computação¹, o Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB) busca apoiar instituições educacionais de Ensino Infantil (EI) e Ensino Fundamental (EF) brasileiras a incluírem assuntos de tecnologia e computação em seus currículos [24]. Essas iniciativas destacam a importância da inserção de recursos tecnológicos no âmbito da EB e oferecem diretrizes de como trabalhá-los como um instrumento pedagógico.

A Robótica Educacional (RE) é um desses recursos, e se destaca nos diferentes níveis educacionais por favorecer o desenvolvimento de habilidades intimamente articuladas à ideia do PC, como: trabalho em equipe, raciocínio lógico e criatividade. A RE oportuniza um aprendizado prático, conectado ao desenvolvimento cognitivo e motor dos estudantes, sendo uma ferramenta pedagógica para as ciências como um todo [102]. Logo, a RE é um instrumento que vem sendo utilizado para diversos fins, singularmente para estimular o PC nos diferentes níveis de ensino. Na EB, estudos atuais reafirmam as previsões do entusiasta da robótica na educação Seymour Papert [92], quando em seus estudos defende que a RE pode valorizar transversalmente o ensino das ciências, assim como impulsionar o PC.

1.2 Problemática

Tomando como base o uso da LEGO Robótica nos diversos níveis de ensino, as práticas educacionais objetivam cinco frentes de ensino, a saber: programação, interdisciplinar das ciências, robótica como ciência (mecatrônica), PC, e participação em torneios e olimpíadas [54]. Assim, observa-se que o uso da RE na EB não se limita ao campo da CC e pode ser extensível ao desenvolvimento de habilidades básicas para o aprendizado das demais ciências do currículo escolar [45; 97; 61], conforme estabelecido pela BNCC. Essas habilidades básicas, vinculadas à ideia de PC, embora não se restrinjam à CC, podem ser impulsionadas quando conceitos computacionais são aliados ao cotidiano educacional.

Não obstante, as distintas iniciativas para o desenvolvimento do PC, através da RE [48; 96], sobretudo na EB, até onde sabemos não buscam observar o impacto que a RE proporciona no desenvolvimento de estudantes, evidenciando uma área que requer estudos fundamentados em investigação empírica nesse sentido. Assim, com intuito de melhorar o ensino

¹ Currículo de Referência em Tecnologia e Computação: <http://curriculo.cieb.net.br>

com robótica no EM da EB, realizamos dois estudos [53; 52] os quais evidenciaram, através de ferramentas estatísticas, que a inserção de PC melhora o desempenho de estudantes em robótica e nas disciplinas básicas do currículo do EM de Escolas SESI da Paraíba. Os resultados destacaram que a inserção de PC na EB é capaz de auxiliar o desenvolvimento do estudante de modo geral, não obstante, não podemos generalizar os resultados alcançados para outras populações de estudantes, pois analisamos dados de estudantes da 1ª Série do EM do SESI. Além disso, os estudos buscaram identificar os efeitos que a inserção do PC no ensino causou no aprendizado de robótica e das ciências do currículo, no entanto, muitos estudos presentes na literatura enfatizam que a robótica é um instrumento capaz de estimular o PC [94], o que pode corroborar com melhores desempenhos nas disciplinas curriculares do EM, fazendo-se necessário explorar a RE como um meio para o ensino e aprendizagem e não como produto.

Nesse contexto, em 2012, as escolas do Estado da Paraíba passaram a receber materiais de robótica da *Brink Mobil*[®], com o objetivo de promover práticas que envolvem professores e estudantes nas diferentes áreas do conhecimento. Não obstante, a operacionalização da proposta do Governo da Paraíba enfrenta adversidades que por vezes impossibilita a efetivação da robótica. Embora muitas escolas tenham recebido o projeto, evidências sugerem que o uso da robótica pode ser influenciado pela estrutura física, limitações de materiais didáticos, manutenção dos equipamentos e formação de profissionais; fatores que impactam a motivação e aprendizado de estudantes e professores no contexto do projeto *Brink Robótica* na Paraíba.

Muitos estudos presentes na literatura, relacionados à temática, realizam investigações pontuais e a curto prazo [96], ao mesmo tempo em que consideram a RE como um instrumento para o ensino de um saber específico [20]. No entanto, é imperativo considerar que a RE seja capaz de estimular o PC sem necessariamente estar destinada ao ensino de um saber. Entretanto, até onde sabemos, não existem estudos que analisem os efeitos que a RE, por si só, possa causar nas habilidades relacionadas ao PC de estudantes do EM da EB.

Além disso, até onde sabemos, não existem na literatura referências de estudos longitudinais que observem o progresso das habilidades em questão e sua relação com o uso da RE. Nesse contexto, é vital a realização de estudos empíricos capazes, de evidenciar que o ensino com RE estimula consideravelmente o desenvolvimento do PC em estudantes do EM

da EB, oferecendo-lhes melhores condições para aprender as ciências do currículo conforme disposto no BNCC.

1.3 Objetivo

O objetivo geral deste trabalho é investigar o impacto que atividades com RE causam no desenvolvimento do PC e no aprendizado dos componentes curriculares da 1ª Série do EM.

Para isso, serão considerados os seguintes objetivos específicos:

- Propor atividades com RE focadas no desenvolvimento do PC para estudantes da 1ª Série do EM da EB;
- Analisar seus efeitos no desenvolvimento do PC de estudantes da 1ª Série do EM;
- Analisar seus efeitos no desenvolvimento de estudantes nos componentes curriculares da 1ª Série do EM.

1.4 Metodologia

A presente pesquisa enquadra-se no método de pesquisa-intervenção, pois envolveu a identificação de uma dificuldade real, apoio de professores, apresentação de soluções, proposição e execução de intervenções e ao final, julgamento dos resultados obtidos após a intervenção [69]. Dessa forma, concentramos nosso objetivo de estudo para a realidade de escolas de EB do estado da Paraíba que ofertavam o EM na modalidade Profissional Técnica e Regular Integral e que dispunham de materiais de robótica, mas que não os utilizavam. Dessa forma, para alcançar os objetivos propostos, consideramos a divisão desta pesquisa em 5 etapas, discriminadas a seguir:

- **1ª Etapa – Preparação:** Na primeira etapa, selecionamos duas escolas estaduais, localizadas na zona sul da cidade de Campina Grande, na Paraíba, que dispunham de materiais de RE, além disso, definimos e executamos orientações para organização dos laboratórios de RE das mesmas. Ainda nessa etapa, realizamos o planejamento das atividades com RE e, por fim, definimos e organizamos os instrumentos de coleta de dados.

- **2ª Etapa - Robótica Autodescoberta:** Na segunda etapa, que transcorreu durante o 2º bimestre escolar, ofertamos apenas para os estudantes do grupo experimental, atividades pautadas na promoção da autonomia dos estudantes com RE. Ainda nessa etapa, após as atividades com RE, aplicamos a prova do Bebras para registrar as habilidade do PC nas turmas de controle e experimental. Executamos as ações paralelamente nas duas escolas, respeitando as normas e calendários internos.
- **3ª Etapa – Robótica Fundamentada em Computação:** Na terceira etapa, que transcorreu durante o 3º bimestre escolar, ofertamos apenas para os estudantes do grupo experimental, atividades pautadas no aprendizado estruturado de robótica com base em fundamentos da computação. Ainda nessa etapa, após as atividades com RE, aplicamos a prova do Bebras para registrar as habilidade do PC nas turmas de controle e experimental. Por fim, realizamos uma análise preliminar das habilidade do PC com base no conhecimento em lógica de programação dos estudantes participantes. Executamos as ações paralelamente nas duas escolas, respeitando as normas e calendários internos.
- **4ª Etapa – Aplicação do *survey* com professores:** Ao término das atividades, no decorrer do 4º bimestre escolar, aplicamos com todos os professores das componentes curriculares das turmas, experimental e controle, um *survey* com questões envolvendo o comportamento das turmas antes e após as atividade com robótica realizadas. Aplicamos os questionários paralelamente nas duas escolas, respeitando as normas e calendários internos.
- **5ª Etapa – Análise dos Dados:** Na última etapa, analisamos estatisticamente o desempenho dos estudantes participantes em PC e nas disciplinas do currículo durante cada bimestre que compreendeu o experimento, além do desempenho anual dos mesmos. Outrossim, exploramos as considerações dos professores como uma forma de ponderar aspectos qualitativos atribuídos ao grupos de estudantes.

As questões de pesquisa que nos motivaram e que responderemos nesta dissertação são as seguintes:

- **Q1:** Qual o impacto que a introdução da RE no EM causa no desenvolvimento do PC?

- **Q2:** Qual o impacto que a introdução da RE no EM causa no aprendizado dos componentes curriculares?

Dessa maneira, concebemos um estudo empírico com estudantes e professores de duas modalidades distintas da EB (Profissional Técnica e Regular Integral), analisando aspectos quantitativos e qualitativo. Os resultados obtidos favoreceram evidências estatísticas para refutar as hipóteses e assumir as hipóteses alternativas. Além disso, é importante enfatizar que obtivemos a autorização, através da assinatura dos termos de consentimento firmado junto ao comitê de ética de nossa instituição, de todos os participantes (estudantes e professores) deste estudo.

1.5 Contribuições

As principais contribuições deste estudo foram:

- Indícios dos impactos que a RE causa no EM da EB através da realização de um estudo quantitativo e qualitativo longitudinal imerso à realidade investigada;
- Proposição e disponibilização de uma ferramenta metodológica que pode assistir professores e instituições de ensino do EM da EB na promoção do PC através de atividades com RE;
- Proposição e disponibilização de atividades com RE para livre uso no EM da EB;
- Operacionalização de laboratórios de RE das escolas participantes antes não utilizados.

1.6 Organização da Dissertação

Os próximos Capítulos desta dissertação estão organizados conforme apresentados a seguir:

- No Capítulo 2, apresentamos o referencial teórico necessário para o entendimento da proposta deste estudo. De forma ampla, mostramos as características da EB brasileira, o conceito do PC, bem como os instrumentos propostos para avaliar as habilidades deste. Além disso, descrevemos o conceito de RE, assim como seu relacionamento com o PC e com a EB do Brasil.

-
- No Capítulo 3, relatamos os trabalhos relacionados à utilização da RE como instrumento de ensino e de estímulo do PC na EB.
 - No Capítulo 4, descrevemos o desenho metodológico aplicado neste estudo, destacando os materiais didáticos propostos para o ensino com RE e instrumentos de coleta de dados utilizados.
 - No Capítulo 5, apresentamos os resultados obtidos no estudo realizado no curso Técnico em Informática de nível médio de uma Escola Técnica Profissionalizando da Paraíba.
 - No Capítulo 6, apresentamos os resultados obtidos no estudo realizado no EM Regular Integral de uma Escola Cidadã Integral da Paraíba.
 - No Capítulo 7, descrevemos as lições aprendidas ao longo deste estudo, as quais estão diretamente relacionadas com a estrutura física dos laboratórios de robóticas das escolas, aos resultados obtidos e às características metodológicas.
 - No Capítulo 8, apresentamos as conclusões gerais deste como referência os resultados descritos nos Capítulos 5 e 6, além disso, apresentamos nossas contribuições e trabalhos futuros.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica

Neste Capítulo, apresentamos os principais conceitos que fundamentam a compreensão geral do tema e problema de pesquisa deste estudo. Nas próximas seções, descrevemos a organização da EB brasileira, dando ênfase às modalidades do EM das escolas da Rede de Ensino Estadual da Paraíba, da mesma maneira que contemplamos a descrição dos instrumentos utilizados por essas escolas, na avaliação de seus estudantes. Além disso, apresentamos uma síntese das definições do PC presentes na literatura, bem como metodologias utilizadas para aprendizagem deste no âmbito educacional, e de instrumentos e técnicas utilizadas para avaliar seu desenvolvimento em estudantes. Descrevemos ainda o conceito de RE, objetivos, metodologias e ferramentas (*hardware e software*) que suportam sua aplicação como recurso educacional. Por fim, expressamos algumas considerações sobre os temas abordados neste Capítulo.

2.1 Educação Básica no Brasil

No Brasil, conforme estabelecido na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) [15], a Educação Básica (EB) é o instrumento que busca o pleno desenvolvimento dos estudantes brasileiros, assegurando as condições necessárias para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho. Atualmente, a EB no Brasil é obrigatória e gratuita para estudantes com faixa etária entre 4 e 17 anos, e está organizada em 3 fases, são elas: Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio.

De acordo com o Art. 26 da LDB [15], o currículo das fases da EB deve seguir as

instruções da BNCC, sendo incrementado, em cada fase, por componentes curriculares da chamada parte diversificada, considerando aspectos regionais e locais da sociedade, bem como da cultura, da economia e dos educandos.

A EI, primeira fase da EB, oferecida por creches e pré-escolas em jornadas integrais ou parciais, é de responsabilidade dos municípios, e tem como objetivo estimular em crianças de até 5 anos de idade, aspectos físicos, psicológicos, intelectuais e sociais, de modo a complementar o desenvolvimento oriundo das relações com a família e a comunidade [15]. As Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Infantil (DCNEI, Resolução CNE/CEB nº 5/2009) [84] define interação e brincadeira como os eixos estruturantes das práticas pedagógicas, estabelecendo assim, a necessidade da EI promover ações pedagógicas que estimulem as crianças a construir e apropriarem-se do conhecimento de maneira lúdica e sociável. Dessa forma, em consonância aos eixos estruturantes, a BNCC define 6 direitos de aprendizagem para a EI, a saber: conviver, brincar, participar, explorar, expressar e conhecer-se.

O EF, segunda e mais longa das fases da EB, é também de responsabilidade dos municípios e atende estudantes entre 6 e 14 anos ao longo de 9 anos de estudo. Nesse período, os estudantes vivenciam um conjunto de transformações físicas, cognitivas, afetivas, sociais, emocionais, entre outras, por consequência, a BNCC organiza o EF em 2 fases: Anos Iniciais e Anos Finais. No decorrer das fases do EF, os estudantes têm acesso a conhecimentos das áreas de Linguagens (Língua Portuguesa, Arte, Educação Física e Língua Inglesa), Matemática, Ciências da Natureza, Ciências Humanas (Geografia e História) e Ensino Religioso [13].

Por sua vez, o EM, última etapa da EB, é de responsabilidade dos governos estaduais e possui a duração de 3 anos. Nessa etapa final, o sistema de ensino brasileiro enfrenta o desafio de garantir a permanência e a aprendizagem dos estudantes, buscando responder às necessidades e aspirações presentes e futuras de cada um. No EM, o objetivo principal é potencializar o senso crítico e autonomia intelectual dos estudantes. Assim, ao término dessa etapa, eles devem ter desenvolvido a autonomia, conhecido os princípios científicos e tecnológicos, dominado a linguagem e construído condições de galgar novos estágios do seu desenvolvimento intelectual. No decorrer dos 3 anos de EM, os estudantes têm acesso a conhecimentos das áreas de Linguagens e suas Tecnologias (Língua Portuguesa, Arte, Educação Física e Língua Inglesa), Matemática e suas Tecnologias, Ciências da Natureza

e suas Tecnologias (Biologia, Física e Química), e por fim, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (Filosofia, Geografia, História e Sociologia) [84].

A EB brasileira é fundamenta na LDB e deve ser promovida conforme as definições da BNCC, no entanto, cada estado da federação possui autonomia para a proposição de diretrizes operacionais que atendam as necessidade educacionais locais. Na Paraíba, o governo do estado dispõe de diferentes modalidades do EM que compreende o Normal Magistério, Ensino Regular, Integral e Profissional Técnico.

2.1.1 Modalidades de Ensino Médio nas Escolas Estaduais da Paraíba

De acordo com as diretrizes operacionais de 2018 para o funcionamento das escolas estaduais da Paraíba [32], além dos objetivos de aprendizagem garantidos pela BNCC, as escolas estaduais de EM devem favorecer a formação integral do estudante, de modo a promover a construção de seu projeto de vida e para sua formação no sentido físico, cognitivo e socio-emocional. Para isso, as diretrizes operacionais da Secretaria de Estado da Educação da Paraíba [32] estrutura o EM nos seguintes itinerários formativos:

- I. Linguagens e suas Tecnologias;
- II. Matemática e suas Tecnologias;
- III. Ciências da Natureza e suas Tecnologias;
- IV. Ciências Humanas e Sociais Aplicadas;
- V. Formação Profissional e Técnica.

O EM na modalidade Normal Magistério trata-se de um curso de nível médio compatível a um curso profissional que alia a formação do currículo básico à qualificação profissional e prepara para a docência na EI e nos anos iniciais do EF. Em 2018, a rede estadual de ensino da Paraíba ofertou o EM Normal Magistério em 17 escolas.

Por sua vez, o EM Regular segue rigorosamente os objetivos de aprendizagem descritos na BNCC e busca trabalhar o estudante para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Como a proposta da Secretaria de Estado da Educação da Paraíba é promover a formação

integral do estudante, a oferta do EM Regular tem diminuído em todo o estado, privilegiando outras modalidades que atendam aos objetivos do governo e às necessidades locais [32].

O EM Regular Integral atende estudantes do estado através das Escolas Cidadãs Integrais (ECI) que tem por objetivo promover uma educação de ressocialização. Dessa forma, as ECIs foram apresentadas com uma proposta semelhante às demais escolas mas, com propostas pedagógicas que envolvem, sobretudo, a realidade local de cada escola, além da particularidade de ser em período integral [32]. A matriz curricular do EM Regular Integral segue as orientações da BNCC associadas à chamada parte diversificada, que pedagogicamente envolvem elementos complementares ao currículo escolar, articulando o mundo acadêmico às práticas sociais.

Ainda no contexto do EM Regular Integral, na Paraíba existe uma extensão da ECI que focam no ensino técnico profissionalizante. As chamadas Escolas Cidadãs Integrais Técnicas (ECIT), buscam formar o estudante simultaneamente no EM e em um curso profissionalizante de forma integrada o que permite ao estudante a opção de ingressar no mercado de trabalho logo após a conclusão do EM. Essa extensão segue toda a metodologia da ECI, ou seja, o estudante permanece em tempo integral (manhã e tarde) na escola e segue as diretrizes da BNCC, mas difere da ECI por trabalhar componentes curriculares técnicos específicos da área profissionalizante.

A Educação Profissional Técnica na Paraíba oferta diferentes níveis e modalidades de educação integrando as perspectivas do trabalho, ciência e tecnologia, conforme as diretrizes da educação nacional [32]. Promovida através da Escola Profissional Técnica (EPT), visa preparar os estudantes para o mundo do trabalho, no sentido da formação integral do cidadão trabalhador, para atender às exigências do setor produtivo e do desenvolvimento socioeconômico. Dessa forma, é assegurado ao estudante uma EB articulada à formação profissional técnica de nível médio. As EPTs se distinguem das ECIT apenas por não reter o estudante em tempo integral no ambiente escolar.

2.1.2 Instrumentos de Avaliação da EB na Paraíba

As escolas da rede estadual de ensino da Paraíba possuem um regimento interno que sistematiza o processo de avaliação do desempenho estudantil no decorrer de cada etapa de ensino. De acordo com as diretrizes operacionais de 2018 [32], as escolas estaduais da Paraíba de-

vem avaliar o desempenho dos estudantes no decorrer de cada etapa, de forma contínua e cumulativa, com prevalência dos aspectos qualitativos sobre os quantitativos e dos resultados ao longo do período sobre os de eventuais provas finais. Embora seja determinado que os aspectos qualitativos são de maior importância, a referência para aprovação é quantitativa, sendo definido a nota 7,0 como desempenho mínimo, que na maior parte dos casos, é obtida através da aplicação de provas ao longo do ano letivo. Além disso, é associado à avaliação o critério de frequência mínima de 75% do total de horas letivas.

2.2 Pensamento Computacional

Diferentemente do entendimento do senso comum, a ideia do PC perpassa o sentido prático da função de cientistas da computação, e abrange a forma como esses profissionais pensam para resolver problemas da área.

Embora o tema tenha ganhado destaque recentemente na comunidade científica, a indicação de que os fundamentos da CC podem auxiliar na assimilação de conceitos de diversas áreas do conhecimento, vem sendo realizada há muitos anos. Guzdial [74] introduziu a problemática dissertando que no ano de 1962 Alan Perlis, cientista da computação, defendeu o ensino de programação como “parte de uma Educação Liberal”. Apoiando-se na argumentação de que a programação permite explorar processos de maneira automatizada, e que a automatização “de processos por máquinas estava vindo para mudar tudo”, Perlis vislumbrou na programação uma possibilidade para compreender uma “teoria da computação” que proporciona a estudantes melhores habilidades para compreender situações com cálculo e economia, por exemplo.

Seymour Papert em 1986 [92] enxergou na “Informática” potencial para promover o aperfeiçoamento intelectual humano. Ele acreditava que o computador era capaz de influenciar o ensino e aprendizagem de estudantes em ambientes escolares, sobretudo daqueles que por diversos motivos não demonstraram bom desempenho. Nunes *et al.* [91] destacam que através de sua proposta construcionista, Papert propõe que estudantes, através do computador, visualizem “suas construções mentais relacionando o concreto e o abstrato por meio de um processo interativo favorecendo a construção do conhecimento”. Ainda em 1986, Papert [92] desenvolveu a linguagem de programação LOGO, uma ferramenta de fácil entendimento in-

dicada para diversos públicos abrangendo desde crianças a adultos, com pouco ou nenhum conhecimento de programação.

Hoje, é sabido que Perlis e Papert foram entusiastas ao vislumbrar, que os conceitos da CC poderiam ser estendidos à diversas áreas oferecendo soluções com a potencialidade tecnológica, mas também, possibilidades de ação com suas habilidades intrínsecas podendo facilitar processos realizados pelo homem. Valente *et al.* [64] afirmam que os esforços de Papert com o construcionismo e a LOGO contribuíram diretamente com o progresso do conceito do PC, pois mesmo com as limitações computacionais da época, ele vislumbrou que a programação poderia auxiliar na resolução de problemas, sendo o computador um recurso para o ensino e aprendizagem.

Estudos recentes reforçam as predições de Perlis e Papert, dando maior significância e ampliando as discussões sobre o impacto e a pluralidade da aplicação do PC nas diversas áreas do conhecimento. Em 2006, Wing [61] encabeçou o novo ciclo do PC quando defendeu que ele “é uma habilidade fundamental para todos, não somente para cientistas da computação. À leitura, escrita e aritmética, deveríamos incluir PC nas habilidades analíticas de todas as crianças”. Dessa forma, Wing [61] defende que o PC é uma composição de conceitos da engenharia, da matemática que auxiliam na forma de seres humanos pensarem, dando-lhes melhores habilidades para a resolução de problemas. Esses conceitos, fundamentais da CC, abrangem habilidades mentais para concepção e resolução de problemas que podem ser observados em procedimentos típicos de cientistas computação tais como quando decompõem, abstraem, usam recursividade e esquematizam algoritmos para resolver seus problemas.

Na literatura, estudiosos buscam classificar esses conceitos e capacidades a fim de delimitar uma definição formal do PC. Para Blikstein [78], o PC pode auxiliar o ser humano a desenvolver habilidades relacionadas à produtividade, inventividade e criatividade, o nomeia como “pensar computacionalmente”. Assim, Blikstein sugere que existem 2 fases desse pensar: abstrair o problema e programar um computador para que ele possa solucionar o problema de maneira rápida. Por sua vez, para Wing [61], as características específicas do PC podem ser agrupadas em 6 linhas, a saber:

- Conceituar e não programar: cientistas da computação necessitam sistematizar o pensamento de maneira lógica e abstrata. A CC e o PC não devem ser confundidos com

programas de computadores;

- É fundamental e não utilitária: a sociedade moderna exige que o ser humano tenha um papel, dessa forma, o PC não se limita à aprendizagem de ferramentas, mas se estende à aptidão de resolver problemas de diversas origens;
- Refere-se à forma como humanos pensam e não computadores: é necessário entender que máquinas não pensam, mas sim repetem instruções definidas por seres humanos, executando, dessa forma, o que o ser humano pensa. O PC incorpora a ideia de expandir a forma como seres humanos, em especial cientistas da computação, abstraem e articulam a resolução de problemas;
- Integra matemática e engenharia: o PC baseia-se em fundamentos matemáticos, bem como em métodos da engenharia para a construção de sistemas representativos do mundo real;
- Constrói ideias e não produtos: o PC refere-se a conceitos e ideais originários da CC que o ser humano utiliza para solucionar problemas diversos, e não a produtos de *software* e *hardware*;
- É para todos em qualquer lugar: considerando as exigências da sociedade moderna, o PC é um paradigma de resolução de problemas essencial que dentro em breve será uma necessidade para todos, independentemente da área do conhecimento de atuação.

Com essa organização de conceitos e habilidades, Wing [61] caracteriza a abstração como o fundamento substancial do PC. A ideia de abstração, na perspectiva do PC, se relaciona com a ação de estruturar a resolução de um dado problema em uma coleção de pequenas resoluções, onde cada uma necessariamente possui aspectos de abstração específicos que devem ser entendidos. Nessa óptica, a CC oferece suporte à ação de abstrair e viabiliza a obtenção de possíveis soluções. Assim, o PC é entendido como um paradigma emancipado de instrumentos e ferramentas da computação, haja visto que se correlaciona com a capacidade humana de pensar estruturadamente.

Na interpretação feita por Aho [5], o PC é o conjunto de pensamento construídos para a resolução de problemas de tal forma a serem representados no formato de instruções organizadas estruturadamente. Essa ideia apresenta a computação como um processo de um

modelo formal, enquanto que o PC como processos mentais aplicados na formalização desse modelo, determinando o PC como o principal estimulador da capacidade de resolução de problemas.

Bar e Stephenson [97] definem que o PC é uma habilidade para a resolução de problemas, de tal modo, que a posteriori esta habilidade possa ser realizada por um computador. Desta forma, a tecnologia é vista como um meio para aprender fazendo, transformando estudantes receptores em construtores de tecnologia e de conhecimento através do estímulo do PC. Os autores de [97] identificam 9 habilidades relacionadas ao PC, a saber:

- Coleta de dados: identificar uma fonte de dados para um problema;
- Análise de dados: escrever programa para realizar cálculos básicos de estatística;
- Representação de dados: utilizar estruturas de dados como matriz, lista e etc;
- Decomposição de problemas: definir objetos e métodos; definir funções principais;
- Abstração: uso de procedimentos para encapsular um conjunto repetido de funções;
- Algoritmos e Procedimentos: estudo de algoritmos clássicos e executar um algoritmo para uma área de problema;
- Automação;
- Paralelização: dividir os dados ou tarefas para serem processados em paralelo;
- Simulação: animação de um algoritmo, parâmetro de varredura.

Para o *Google* [45], o PC é um conjunto de 6 competências para resolução de problemas essenciais ao desenvolvimento de aplicações da informática, mas que podem auxiliar atividades de diversas áreas do conhecimento como Matemática, Ciências e Humanidades. Nessa perspectiva, aqueles que desenvolvem o PC possuem maior facilidade de relacionar a teoria com aspectos da vida cotidiana. Os conjunto de competências definidos pela *Google* são as seguintes:

- Formular problemas e utilizar computador ou outros instrumentos como recurso de apoio para a resolução desses problemas;

- Organizar logicamente e analisar dados;
- Representar dados por meio de abstrações no formato de modelos e simulações;
- Automatizar soluções utilizando o pensamento lógico seguindo um conjunto de instruções ordenadas;
- Analisar, identificar e implementar propostas de soluções para um determinado problema para a identificação da melhor solução levando em consideração a eficiência e eficácia do algoritmo utilizado, bem como dos recursos;
- Generalizar e transferir processos de resolução de problemas para problemas de origem diversas.

Os autores de Csizmadia *et al.* [21] entendem o PC como o processo de raciocinar que associado a um conjunto de 5 habilidades, auxilia no processo de resolução de problemas. Esse conjunto de habilidades abrange a abstração, o pensamento algorítmico, a decomposição, a generalização e a avaliação, todas especificadas a seguir:

- Abstração: reduz particularidades dispensáveis de um problema e enfatiza nos aspectos mais relevantes, deixando, dessa forma, o problema mais entendível. Além disso, favorece a construção de representações mentais que melhor auxiliem na resolução do problema;
- Pensamento algorítmico: favorece a organização da solução do problema na forma de passos ordenados, bem como na organização do pensamento seguindo regras e sequências para melhor entender o problema;
- Decomposição: método de quebrar o problemas em pequenas parte que podem ser analisadas e solucionadas separadamente com o objetivo de solucionar em completude o problema;
- Generalização: estender a solução de um dado problema a outros que possuam aspectos e padrões similares;
- Avaliação: reconhecer se uma solução proposta para um dado problema é de fato satisfatória.

Os julgamentos a cerca do PC acima discutidos, demonstram seu valor para o desenvolvimento humano, uma vez que nas distintas descrições é atribuído ao PC a capacidade de auxiliar no desenvolvimento do pensar e do resolver problemas. Desde a iniciativa de Wing [61] em 2006, pesquisas em PC vêm crescendo na sociedade científica, entretanto, ainda não existe uma definição comum formalizada de seu conceito, bem como do conjunto de habilidades que associadas formam o PC. Nesse contexto, os autores de Araujo *et al.* [6], considerando a distribuição do PC proposto por Csizmadia *et al.* [21], sinalizam que a consideração do PC em habilidades distintas e isoladas pode ser evoluída para uma classificação por grupos de habilidades, uma vez que as capacidades mentais envolvidas em cada habilidade podem ser comuns a outras. Com isso, observa-se que o PC é um conceito que está presente no desenvolvimento humano, o que demonstra sua importância. No entanto, trata-se de um campo científico que ainda demanda investigação, para que em um futuro se tenha uma definição formal do tema.

2.2.1 Educação e Pensamento Computacional

Hoje, mais do que nunca, é fundamental o aprimoramento de práticas educacionais que estimulem nos estudantes competências, habilidades e atitudes, responsáveis pelo desenvolvimento do raciocínio lógico, resolução de problemas, autonomia, criatividade, criticidade, entre outras. Nesse contexto, o desafio é proporcionar à atual geração de estudantes, capacidades para enfrentar as adversidades sociais, ou seja, oferecer condições que favoreçam a realização de atividades envolvendo resolução de problemas [42]. Defronte a essa indignação, vislumbra-se a incorporação de esforços que expandam o estímulo do PC desde a formação inicial dos estudantes na EB, pois terão que se desenvolverem como profissionais no futuro próximo.

A *International Society for Technology in Education* (ISTE) em parceria com a *National Science Foundation* (NSF) e a *Computer Science Teachers Association* (CSTA) [27] em 2011 lançaram o *Model Curriculum for K-12 Computer Science*, uma definição operacional propondo inserir o ensino de computação nas escolas de ensino básico, especificando em suas orientações os nove fundamentos do PC definidos por Barr e Stephenson [97]. Essa iniciativa contribuiu para que a comunidade científica reconhecesse o potencial da CC para estudantes do ensino básico. Nesse sentido, passou-se a reconhecer que a introdução do PC desde os

primeiros anos de estudo escolar pode estimular o aprendizado futuro da criança, haja visto que impulsiona as habilidades de resolução de problemas dos mesmos. Essa é uma percepção de diversos estudiosos, a exemplo de França e Amaral [79], entretanto, concretizar essa ideia nas escolas de EB brasileiras é uma tarefa árdua.

Em resposta a essas dificuldades, iniciativas com fim na promoção de diretrizes para o desenvolvimento de competências que fortaleçam a ação de ensinar e de aprender, se estabelecem no âmbito educacional [19]. O uso de recursos tecnológicos na educação é um dos segmentos dessas iniciativas, responsáveis por inúmeras frentes de aplicações, mas que nos dias atuais podem ser vistos como instrumentos para desenvolver maneiras de resolver problemas. Essa compressão da tecnologia é reconhecida pela proposta curricular da BNCC do Plano Nacional de Educação do Brasil, que especifica a importância do uso de problemas para o desenvolvimento intelectual de estudantes da EB e defende a introdução de tecnologia como um recurso educativo [14].

Instituições brasileiras de cunho tecnológico e social vem promovendo a cultura de que o PC favorece a capacidade de resolução de problemas, a exemplo da SBC que em seus referenciais de formação em computação para a EB, especifica o PC como um dos eixos de conhecimento essenciais da CC [80]. Na mesma linha, com o Currículo de Referência em Tecnologia e Computação¹, o CIEB que busca apoiar instituições educacionais de EI e EF brasileiras a incluírem assuntos de tecnologia e computação em seus currículos [24].

Para Costa [40], as propostas que abordam a inserção do PC no ambiente escolar apresentadas, sugerem que instituições de ensino trabalhem com o PC em duas frentes:

- Ensino de específico da computação: busca desenvolver o PC, e por consequência, a capacidade de resolução de problemas através do ensino de programação e outros conceitos oriundos da CC, com e/ou sem o uso do computador;
- Ensino da computação de forma interdisciplinar: busca desenvolver o PC e a capacidade de resolução de problemas, através do ensino das ciências do currículo da EB, sem necessariamente abordar conceitos específicos da CC.

Nesse sentido, é possível identificar na literatura ratificações da inserção do PC na EB, seja através do ensino específico da computação, ou do ensino interdisciplinar. Matos [35]

¹ Currículo de Referência em Tecnologia e Computação: <http://curriculo.cieb.net.br>

demonstra que atividades interdisciplinares favorecem a relação entre componentes curriculares e as ações educativas, envolvendo o estudante em situações problemas de diversas origens. Desta forma, é possível desenvolver capacidades relacionadas a autonomia, senso crítico e habilidade de solucionar problemas através de raciocínio lógico aliado à linguagem. No Brasil, iniciativa como Vieira *et al.* [9], Paiva *et al.* [70] e Aguiar *et al.* [101] destacam que, quanto mais cedo for a introdução interdisciplinar do PC na vivência escolar, melhor será o desenvolvimento cognitivo do estudante.

Sob outra perspectiva, Nunes [29] ressalva que a computação precisa ser ensinada na EB como um “saber”, por meio do ensino de “noções de modelos computacionais, algoritmos, complexidade, autômatos, entre outros conteúdos”, habilidades estas nomeadas por Wing de PC [61]. No estudo de Campos *et al.* [47], os números binários são utilizados para incentivar o raciocínio “lógico-dedutível” demonstrando que conteúdos específicos da CC podem também ser utilizados como um instrumento para o estímulo do PC. Outros estudos, como Gomes [95], Machado [38] e Garcia [87] demonstram que o PC pode ser estimulado na EB por meio da construção de algoritmos que fazem uso de recursos computacionais como ferramenta para o ensino, técnica que similarmente é aplicada por Jenkins *et al.* [59] e Barr e Stephenson [97] em suas propostas educacionais com estudantes do *High School* nos Estados Unidos da América.

Diversos instrumentos educacionais, que podem estimular o PC, são propostos especificamente para o contexto da EB, seja eles utilizáveis por meio de computador ou não. O *Scratch*² é um projeto do *Lifelong Kindergarten Group* do *MIT Media Lab* que estimula as habilidade de criatividade, colaboratividade, raciocínio lógico e sistemático de jovens. Trata-se de uma linguagem de programação para crianças, com interface de usuário gráfica de arrastar e soltar criada para fins educacionais [16]. Baseado em um ambiente visual (ver Figura 2.1), o *Scratch* facilita a construção de aplicações que podem ser jogos, histórias ou animações e promove nos estudantes, ao longo do processo de construção, o estímulo das habilidades de codificação [63]. Embora seja notório a aplicação de conceitos da CC na interação com o *Scratch*, é possível desenvolver atividades que, de forma interdisciplinar, promovam o PC tendo como problemática chave conceitos de natureza das ciências do currículo, como proposto por Conceição *et al.* [62] com o “Jogo da Célula Vegetal” destinado

²Scratch: <https://scratch.mit.edu>

ao ensino de Estruturas Celulares dos Vegetais.

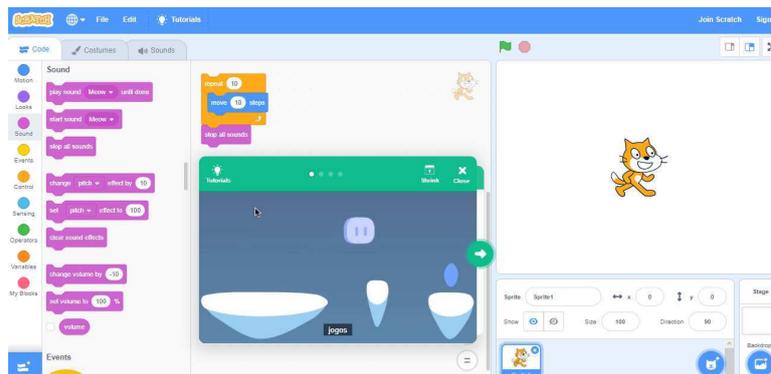


Figura 2.1: Ambiente *online* de desenvolvimento do *Scratch*

O *MIT App Inventor*³ (ver Figura 2.2) é um ambiente de programação visual gratuita que visa democratizar o desenvolvimento de *software*, capacitando jovens para passarem de consumidor a produtor de tecnologia. Foi desenvolvida pela *Google*, no entanto, atualmente é mantida e evoluída pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT). Trata-se de uma ferramenta intuitiva que permite a criação de aplicativos móveis funcionais também utilizando programação baseada em blocos, que segundo o grupo de desenvolvimento do MIT [76], fortalece o intelectual e a criatividade das crianças. Com a ação de arrastar blocos do *MIT App Inventor*, é possível trabalhar o visual com a construção do *design* das telas, bem como construir a regra de negócio aplicando conceitos como variáveis, expressões matemáticas e lógicas, condições, *loops* e até mesmo funções. Para Morelli *et al.* [83] o *MIT App Inventor* é um recurso adequado para estimular o PC de estudantes da EB, podendo ainda ser uma plataforma poderosa que poderia suportar cursos de nível introdutório à programação em Instituições de Ensino Superior.

Uma alternativa proposta por Brackmann [22] para trabalhar o desenvolvimento do PC com crianças acima de 4 anos de forma desplugada, ou seja, sem o apoio do do computador, é o AlgoCards⁴. Trata-se de um baralho de cartas que pode ser utilizado para criar de maneira lúdica, algoritmos com as seguintes instruções: para frente; gire à direita; gire à esquerda; para a direita; para a esquerda; para trás; meia volta; e repita. O AlgoCards (ver Figura 2.3) é uma ideia baseada em cartas pioneira no desenvolvimento do PC que vem sendo apoiada

³MIT App Inventor: <https://appinventor.mit.edu>

⁴AlgoCards: <http://www.computacional.com.br>

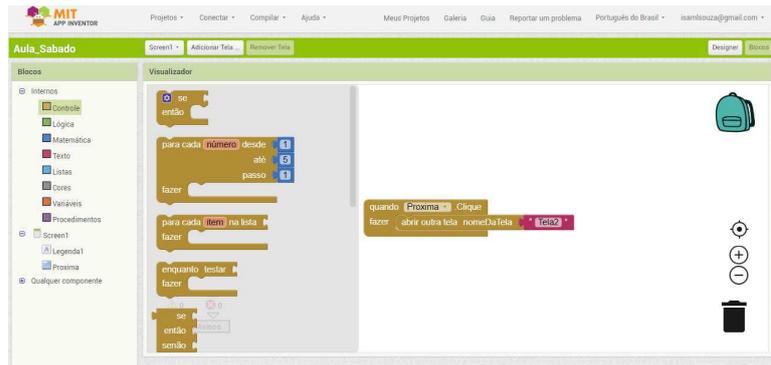


Figura 2.2: Ambiente *online* de desenvolvimento do *MIT App Inventor*

pela Comunidade Pensamento Computacional Brasil.



Figura 2.3: Cartas do AlgoCards. Fonte: www.computacional.com.br

A RE, por sua vez, se apresenta à comunidade educacional como uma ferramenta capaz de estimular o PC de forma interdisciplinar a partir da sua associação com as ciências do currículo. As atividades interdisciplinares com RE permitem, a partir de um contexto das ciências, trabalhar desde a concepção científica do conteúdo estudado até a construção e programação de robôs. Dessa forma, observa-se que a RE tem o potencial para apoiar as duas frentes do trabalho com o PC (ensino de específico da computação e ensino da computação de forma interdisciplinar), além de possibilitar o estímulo de diversas habilidades, como trabalho em equipe, raciocínio lógico e criatividade e desenvolvimento da coordenação motora [2; 50; 92]. A Figura 2.4 ilustra os materiais da *Fischertechnik*[®] utilizados nas escolas estaduais da Paraíba.



Figura 2.4: Materiais de robótica da *Fischertechnik*[®] utilizados nas escolas estaduais da Paraíba. Fonte: <https://www.fischertechnik.de/en>

Dito isso, é notório que a comunidade científica vem contribuindo para que o PC seja democratizado no âmbito educacional. Muitas iniciativas, sejam elas de natureza teóricas, prática, ou de propostas de ferramentas e tecnologias, fortalecem a discussão sobre a importância do PC para o desenvolvimento das capacidades essenciais de resolução de problemas dos jovens estudantes. Capacidades essas que podem ser trabalhadas na educação por qualquer área, não sendo uma exclusividade da CC. Singularmente na EB, é essencial o empenho da disseminação do PC nas práticas educativas diárias, tendência que converge com a ideia apresentada por Wing [61] em 2006 que apresenta o PC como “conceitos, habilidade e prática” que podem ser aplicados tanto em situações do dia a dia, como nas ciências, sendo assim possível diluir essas habilidades na vivência tal como as competências de ler, escrever e calcular.

2.2.2 Instrumentos Avaliativos do Pensamento Computacional

Com a compreensão do PC como um forma de “desenvolver e empregar estratégias para entender e resolver problemas de forma a aproveitar o poder dos métodos tecnológicos para desenvolver e testar soluções” [55], a busca por meios que favorecessem o processo de avaliação das habilidades do PC passou ser objeto de estudos de muitos pesquisadores e, até os dias atuais, continua como uma questão de pesquisa em aberto, sobretudo pela complexidade de se avaliar habilidades cognitivas [23; 8], bem como pela falta de um conceito formal do PC [88]. Dessa forma, existe uma carência de instrumentos genéricos validados cientificamente que mensure as habilidade do PC, independente da metodologia e recursos utilizados no trabalho com o PC [55; 27; 66].

De acordo com Avila *et al.* [23], as tentativas de avaliar o PC partem da observação das habilidades adquiridas ao longo do ensino de algoritmos e programação, atrelando dessa forma, o ensino de conceitos da CC à avaliação do PC. Nessa perspectiva, artefatos de códigos são utilizados como referencia para a avaliação manual ou automatizada do PC. O *DR Scratch*⁵ é um exemplo de ferramenta que se propõe analisar automaticamente projetos construídos através do *Scratch*, e oferecer *feedback* sobre aspectos relacionados ao PC, com isso, os idealizadores da ferramenta buscam auxiliar estudantes a melhorarem suas habilidades de programação de um jeito divertido [90].

Para Araujo *et al.* [8] a utilização de jogos são propostas que podem ser utilizadas para avaliar o PC sem necessariamente analisar competências relacionadas à programação. O jogo *Pluzzi* desenvolvido por Raabe *et al.* [81] buscou utilizar o desempenho de estudantes em atividades de resolução de problemas para avaliar as habilidades do PC do jogador. Por sua vez, o trabalho proposto por Gouws *et al.* [68] apresenta um *framework* que busca analisar a eficiência de um jogo que se propõe avaliar habilidades do PC. Nesse cenário, a ferramenta passa a ser o objeto de investigação e sua boa testabilidade pode favorecer o processo de validação das habilidades do PC daqueles que interagem com o jogo. A resolução de problemas também é utilizada por Dyne e Braun [98] para determinar quantitativa o impacto que um curso de introdução ao PC, voltado para estudantes com dificuldades em matemática, causou nas habilidade de resolução de problemas analíticos dos estudantes.

O Bebras⁶ é uma projeto internacional que visa promover o PC entre estudantes de todas as idades, que embora não busque avaliar as habilidades cognitivas, é factível que em um futuro próximo possa ser usado também para avaliar o PC [30]. Bebras é o nome dado a uma comunidade internacional de Educação em Computação, nascida na Lituânia, que busca a difusão do PC na EB em escolas de 47 países através de uma competição. A palavra Bebras, originária da Lituânia, significa em português “castor” e foi utilizada como nome da comunidade por representar um animal inteligente que trabalha duro para alcançar seus objetivos.

Anualmente, a comunidade Bebras reúne professores e pesquisadores do mundo inteiro em um *workshop* com o objetivo de formular questões que abordem e explorem as habili-

⁵*Dr. Scratch*: <http://drscratch.org>

⁶Bebras: <https://www.bebbras.org>

dades do PC [30]. As questões são inicialmente elaboradas em inglês e ficam disponíveis para que os países traduzam, montem sua prova e apliquem em suas escolas de maneira virtual ou impressa. De acordo com os padrões da comunidade, a prova deve possuir entre 15 a 18 questões, as quais foram baseadas em níveis de dificuldades de acordo com a faixa etária escolar dos participantes. A comunidade orienta que a aplicação da prova seja realizada durante 50 minutos. Durante a correção, é atribuído ao participante uma pontuação diferenciada ao acerto e ao erro, conforme disposto na Tabela 2.1, que ao final são somadas formando um *score* de pontuação.

Nível de Dificuldade	Resposta		
	<i>Errada</i>	<i>Certa</i>	<i>Em Branco</i>
Fácil	0	+6 pontos	Não são contabilizadas
Média	-2 pontos	+9 pontos	
Difícil	-4 pontos	+12 pontos	

Tabela 2.1: Critérios da comunidade Bebras para correção da Prova

Embora as questões do Bebras estejam diretamente relacionadas às competências do PC, os participantes não necessitam dominar conceitos de computação para respondê-las [30]. Na literatura existem diversas iniciativas de avaliar o PC, a grande maioria envolvendo artefatos de código. No entanto, dispor de testes que possibilitem avaliar o PC sem analisar aspectos de programação são de extrema importância por serem expansíveis à diversas realidades [6]. Dessa forma, a proposta da competição Bebras, embora ainda não possua uma validação empírica, vem sendo referenciada como um instrumento para verificar as habilidades relacionadas ao PC, sendo alvo de muitos estudos. Alguns, o utilizam como instrumento de medição das habilidades do PC como descrito por Chiazzeze *et al.* [21], outros analisam a proposta metodológica da competição em busca de indícios que comprovem a validade do Bebras ou identifique melhores condições para sua aplicabilidade como visto nos estudos de Araujo *et al.* [8; 6].

2.3 Robótica Educacional

No dias atuais, metodologias de ensino tradicionais, que buscam centrar no professor a figura de um transmissor de conhecimento, compõem um cenário de duras reflexões, uma vez que coloca o estudante como um mero decorador [99]. Essas reflexões evidenciam a necessidade de novas práticas de ensino e aprendizagem para uma configuração que permita aos estudantes a conquistar e manter saberes, ações que exigem dos mesmos uma postura ativa, ou seja, o estudante deve se perceber como protagonista do seu aprendizado. Essa necessidade justifica a utilização de tecnologias no ambiente educacional como aplicativos, jogos e materiais de robótica.

Para Schons e Wirth [25], as tecnologias educacionais, se bem aplicadas, podem auxiliar estudantes a se desenvolverem cognitivamente, favorecendo o estabelecimento de um ambiente escolar estimulante, onde é possível simular e analisar situações da vida real de forma científica com o objetivo de realizar um propósito particular: a aprendizagem. As novas tecnologias para Castro [99], quando introduzidas no dia-a-dia escolar mediada por um professor, podem impulsionar as capacidades humanas de aprendizagem.

Nos últimos anos, a RE tem sido considerada uma poderosa ferramenta de aprendizado que ajuda os estudantes a se desenvolverem como construtores de seus conhecimentos, tanto nas chamadas disciplinas de STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) quanto nas de CC, porém, a existência da robótica não é um fato novo. Fernando Pazos [43] destaca que sacerdotes egípcios, com o desejo de impressionar seu povo, construíram braços mecânicos que movimentavam esculturas dos deuses. Mas, de acordo com Halfpapa [34], a robótica como uma ciência interdisciplinar que envolve diversas áreas do conhecimento (computação, engenharia, física, neurociência, microeletrônica, inteligência artificial...) com o objetivo de criar e utilizar de robôs, é um entendimento característico dos tempos atuais.

Em conformidade com Vygotsky [67], a aprendizagem é uma ação dinâmica baseada na vivência humana com o mundo real, bem como no convívio social. Estudos demonstram que em um espaço educacional com RE, os estudantes trabalham colaborativamente em busca de entender problemas propostos por professores, além de planejar, implementar e apresentar suas próprias soluções robóticas [75]. Nessa conjectura, professor e estudante desempenham papéis distintos, que se distanciam dos papéis comumente observados nas metodologias de

ensino tradicionais, o que impulsiona o engajamento de estudantes e professores com o processo de aprender. O engajamento é um fator primordial para a aprendizagem [75]. Skinner *et al.* referenciam engajamento como o grau da conexão ou envolvimento do estudante com seu esforço escolar e, conseqüentemente, com pessoas, atividades, metas, valores e ambientes.

2.3.1 Robótica Educacional: Conceito

Robótica é uma ciência que envolve vários conceitos como Computação, Engenharia, Física, Neurociência e Inteligência Artificial, com o objetivo de criar e se utilizar de robôs [34]. Para Mataric [73] a robótica “é o estudo dos robôs, o que significa que é o estudo da sua capacidade de sentir e agir no mundo físico de forma autônoma e intencional”. Relatos indicam que o termo robótica foi prenunciado por Isaac Asimov, escritor de ficção científica, inspirando-se na peça de ficção científica *Rossumovi Univerzální Roboti* (Robôs Universais de Rossum) escrita por Karel Capek em 1920 a qual introduziu a palavra “robô” em variados idiomas e na ficção científica como um todo. A RE, por sua vez, firmou-se com o início da demanda por práticas e ferramentas para o ensino e aprendizagem. Esse fato resultou na inserção da robótica no ambiente escolar como ferramenta pedagógica, conforme difundido por Santos *et al.* [89].

A RE ou Robótica Pedagógica é definida pelo Dicionário Interativo da Educação Brasileira [37] como sendo um termo “utilizado para caracterizar ambientes de aprendizagem que reúnem materiais de sucata ou kits de montagem compostos por peças diversas, motores e sensores controláveis por computador e softwares que permitam programar de alguma forma o funcionamento dos modelos montados”. Ainda é possível conceituar RE como sendo a construção de artefatos que podem ser controlados por computador para um fim educacional [99]. Esses conceitos permitem vislumbrar na interação com a RE possibilidades de aprendizagem das disciplinas STEM, bem como de conceitos oriundos da CC.

Distintamente, Maisonnette [72] define RE por uma perspectiva mais tecnicista, como sendo mecanismos eletro-eletrônicos que são controlados por um computador. Esse fator, converte esses mecanismos em uma máquina com capacidades de interagir com o meio a sua volta e executar ações estabelecidas em sua programação. Com esse conceito, ao passo que estudantes interagem com a RE, constroem conhecimento de maneira prática, e com base em

suas observações se desenvolvem cognitivamente [72].

Vista como uma ascensão do ambiente de desenvolvimento LOGO proposto por Papert [92], a RE permite a integração de saberes à simulação de métodos científicos, pois através dela, o estudante formula suas hipóteses, implementa-as, testa-as, observa-as e faz as alterações que considera necessárias para que seu “robô” atenda aos objetivos definidos [72]. De acordo com Souza *et al.* [54] as iniciativas para o uso da RE na EB presentes na literatura envolvem diversos propósitos, a saber: ensino de programação, ensino da robótica como ciência, ensino interdisciplinar das ciências, desenvolvimento do PC, participação em torneios e olimpíadas. Embora o propósito das práticas educacionais com RE seja diversificado, é possível identificar uma natureza prática envolvendo situações problema, seja para ensinar as ciências do currículo ou lógica de programação, o estudante é envolvido no “aprender fazendo”. Essa característica prática da RE pode favorecer a aplicação de conceitos relacionados à capacidade de resolver problemas oriundos do PC, como: abstração, decomposição, simulações, coleta e análise de dado.

Estudos apontam que, independente do segmento de ensino, as atividades tendem a estimular a atuação ativa do estudante, sendo o professor um mediador [102]. Dessa maneira, através da RE o estudante pode construir “seu conhecimento por meio de descobertas, através de um processo de aprendizagem baseado em uma ação concreta, que resulta em um produto palpável”, conforme proposto na teoria construcionista de Papert [92]. Ademais, é perceptível a preocupação com o trabalho em equipe, resolução de problemas, permitindo que o estudante analise, manuseie, execute, depure, corrija, execute novamente e pratique. Deste modo, ele abstrai conteúdos puramente teóricos de forma prática.

Considerando as contribuições da comunidade científica, Zilli [102] classifica um conjunto de competências que RE pode desenvolver em estudantes, são elas:

- Raciocínio lógico;
- Habilidades manuais e estéticas;
- Relações interpessoais e intrapessoais;
- Aplicação de conceitos teórico no desenvolvimento de projetos;
- Investigação e compreensão;

- Representação e comunicação;
- Realização de pesquisa;
- Resolução de problemas considerando erros e acertos;
- Aplicação das teorias de maneira concretas;
- Criatividade;
- Criticidade.

Por outro lado, Godoy [77], ao propor um curso de Robótica Pedagógica, classifica os objetivos da RE listando competências que podem ser trabalhadas em 4 grandes grupos: gerais, psicomotores, cognitivos e afetivos. Ao analisar as competências de cada grupo, é possível defini-los resumidamente da seguinte forma:

- **Objetivos Gerais:** promover a construção de artefatos robóticos utilizando componentes eletromecânicos como, servomotores/motores, sensores, microprocessadores/controladores, combinado-os com elementos estruturais a exemplo de engrenagens, rodas, e blocos de montagens.
- **Objetivos Psicomotores:** estimular as habilidades motoras através do trabalho manual. Além disso, aprimorar a prática de concentração e, por fim, motivar a precisão de construção de projetos.
- **Objetivos Cognitivos:** contribuir com o processo de aquisição de conhecimento impulsionando as capacidades de pensar, raciocinar, perceber, bem como interpretar e memorizar.
- **Objetivos Afetivos:** promover o trabalho em equipe e a colaboratividade de tal forma a desenvolver aspectos como senso de responsabilidade, motivação, curiosidade, autoconfiança e maturidade para aprender com os erros.

Metodologias Comerciais para o Ensino com Robótica Educacional

Com o propósito de oferecer ferramentas e direcionamentos para o trabalho com a RE, diferentes projetos são propostos por empresas educacionais nacionais e internacionais a exemplo da LEGO® *Education*, LEGO ZOOM, *Modelix Robotics*, *Fischertechnik GmbH*®, empresas que atualmente possuem uma proposta metodológica para o ensino com RE nos diversos níveis educacionais. Outrossim, no Brasil essas metodologias são comumente adotadas por escolas da EB para o ensino interdisciplinar das ciências.

O Programa ZOOM *Education for Life* é uma das metodologias mais consolidadas para o ensino interdisciplinar com robótica, atendendo atualmente aproximadamente 8.000 escolas brasileiras com mais de 128.000 kits da LEGO [46]. A ZOOM foi criada no Brasil em 2002, seguindo os mesmos conceitos da metodologia internacional da LEGO® *Education* de ser um suporte ao docente em sala de aula. Ambas foram pensadas para atender aos 4 pilares da educação (aprender a conhecer; aprender a fazer; aprender a viver juntos; e aprender a ser) de Delors [56]. Além disso, foram amparadas no construtivismo de Piaget [60] para desafiar o estudante a descobrir ideias, construir hipóteses, formular questões e descobrir soluções, desenvolvendo a criatividade, trabalho em equipe e uso da tecnologia.

A ZOOM *Education for Life* disponibiliza materiais para o ensino das ciências (Ensino Fundamental II) e de física (Ensino Médio) contextualizados, bem como oferece suporte às escolas in loco, capacitando a equipe educacional e apoiando na organização da infraestrutura para a realização das atividades. Além disso, ela possui um plano metodológico didático que organiza o ensino em 4 fases (Contextualizar, Construir, Analisar e Continuar). As aulas são realizadas com o aporte de materiais didáticos constituídos por Fascículos do estudante, Manual do Educador, Manual de Montagem e kits de Robótica da linha *Mindstorms* da LEGO. Os kits contêm atuadores, sensores, servos motores, conectores, engrenagens, vigas e softwares que permitem programar os robôs a partir de blocos. A imagem 2.5 ilustra os materiais utilizados na metodologia ZOOM.

Para a programação dos robôs construídos com os kits de Robótica *Mindstorms*, a LEGO disponibiliza ambiente de desenvolvimento *LabVIEW* com suporte à linguagem de programação visual baseada em blocos. O ambiente foi desenvolvido para auxiliar estudantes e professores desde a montagem dos robôs até a programação dos mesmos, dessa forma, é possível ter acesso em um mesmo espaço a guias de montagens e de programação, vídeos



Figura 2.5: Materiais da Metodologia LEGO ZOOM

demonstrativos, bem como, planos de aulas para que o professor tenha um apoio pedagógico. Atualmente, o *LabVIEW* é o ambiente de programação mais utilizado para o ensino com LEGO Robótica nos diversos níveis de ensino, como EB, Ensino Superior e Pós Graduação, no entanto, é possível programar robôs da LEGO utilizando ambientes como Eclipse, Lejos, Enchanting, BricxCC, AIA, AdaCore [54]. A Figura 2.6 ilustra o ambiente de desenvolvimento *LabVIEW* para o kit de Robótica *Mindstorms EV3*.

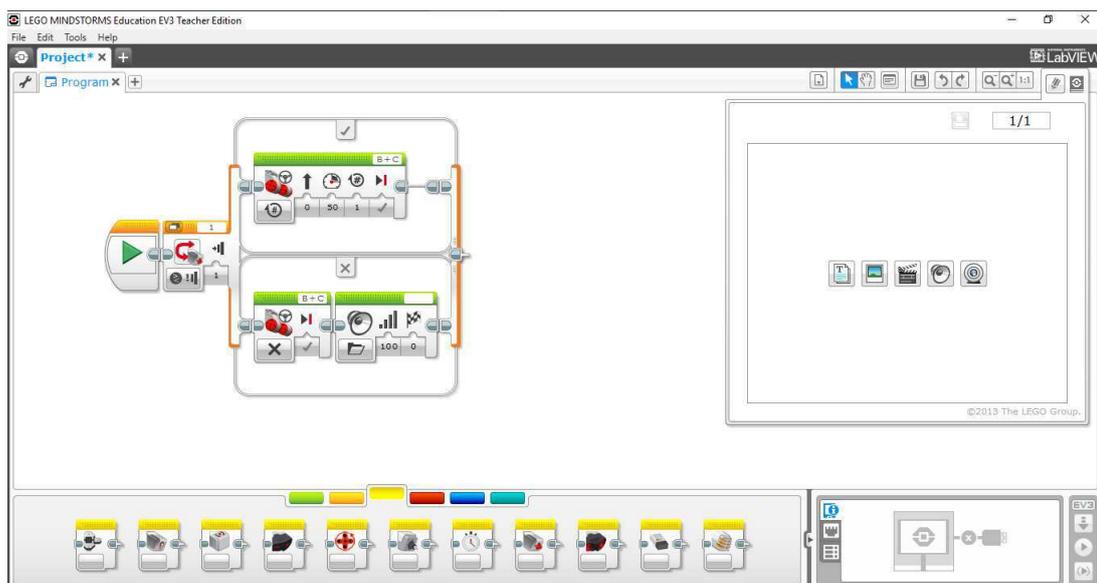


Figura 2.6: Materiais da Metodologia LEGO ZOOM

A *Modelix Robotics* é uma empresa Brasileira do Grupo Leomar Equipamentos Náuticos que desde 2006 atua no mercado de robótica fabricando kits robóticos, *softwares* e materiais didáticos para seu projeto de RE. Através de um kit de robótica especial, a *Modelix Robotics* oferece o Programa Mais Educação, que possibilita o ensino com robótica junto aos componentes curriculares da EB, ou através de atividades extracurricular. Segundo a *Modelix* [85],

foi com essa proposta que ela ampliou o número de escolas de EB públicas e privadas do Brasil atendidas com seu programa de RE.

O kit da *Modelix Robotics* dispõe de peças mecânicas em material plástico e metal, onde serão fixadas com parafusos componentes eletrônicos, microcontrolador, conforme ilustrado na Figura 2.7. Trata-se de um recurso para professores e estudantes desenvolverem atividades de programação com o apoio de materiais didáticos, aliados ao uso da versão escolar do *software MODELIX SYSTEM PRO* (ver Figura 2.8) com a linguagem de programação em blocos. O professor capacita o estudante para ter condições de programar um robô através da linguagem baseada em blocos, sem limites de funções robóticas. A princípio, o foco é no desenvolvimento da coordenação motora, trabalho em equipe e nas teorias da mecânica e eletricidade, após é dada atenção a programação de microcontroladores, e essa mecânica é ofertada através de minicursos de no mínimo 5 aulas cada.

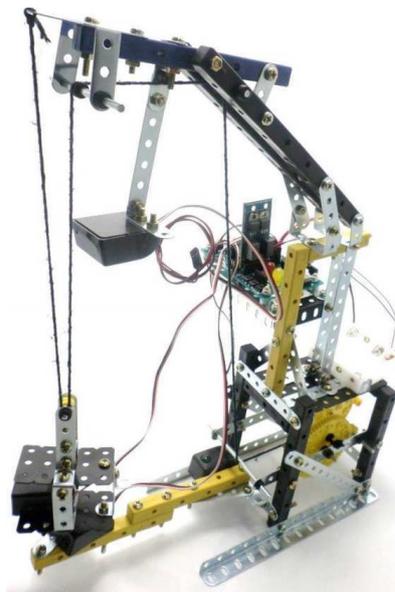


Figura 2.7: Montagem robótica do *Modelix Robotics*. Fonte: <https://www.modelix.com.br>

Um deles é chamado de “*Curso de iniciação à robótica*” destinado ao ensino da programação dos equipamentos eletromecânicos do kit com microcontrolador, sensores, controle remoto, motores e demais dispositivos de entrada e saída. As atividades são realizadas com base em projetos já definidos, onde os estudantes devem reproduzi-las juntamente com o professor, responsável por intermediar as ações com as ciências. No entanto, a *Modelix Robotics*, em seu manual metodológico, ao apresentar os projetos de montagem do curso,

destaca que “quatro destes projetos possuem material interdisciplinar relacionado, onde cada um dos projetos aborda um tema diferente, com atividades de fixação de conteúdo, relacionado à: -Matemática (cálculos) – Geometria – Física - Interpretação e produção de texto” [85]; ou seja, não são todos os projetos que foram concebidos na íntegra para o ensino interdisciplinar das ciências.

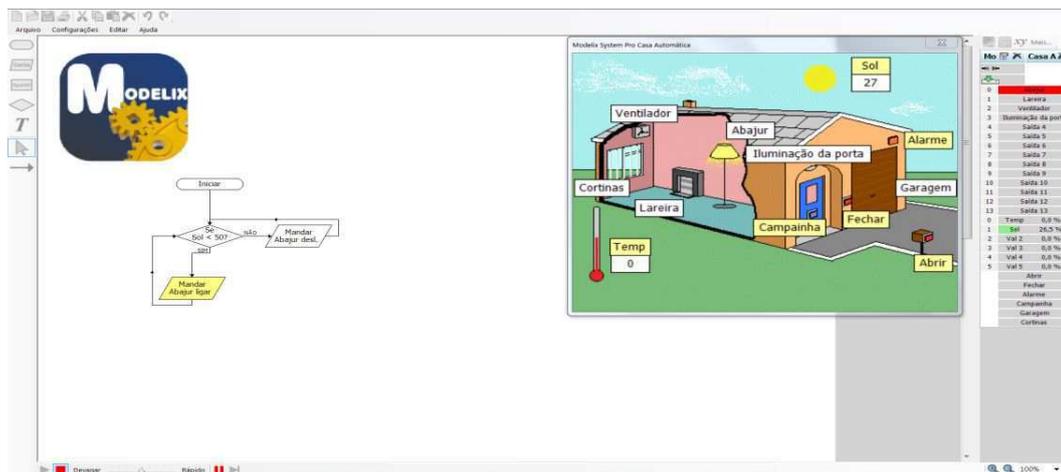


Figura 2.8: Software MODELIX SYSTEM PRO. Fonte: <https://www.modelix.com.br>

Além disso, nos materiais disponibilizados pela empresa, não é possível identificar um padrão metodológico para as aulas tal como é visto nas metodologias LEGO ZOOM e LEGO[®] Education. Cada material destinado aos professores possui uma estrutura de aula diferente, alguns partem diretamente para a montagem, outros contêm uma pequena contextualização, não ficando explícita a metodologia que os professores devem seguir para atender aos objetivos de aprendizagem das aulas.

Por sua vez, a Fischertechnik GmbH[®] é uma das empresas alemãs do Fischer Group of Companies[®] atuante na construção de kits robóticos para fins recreativos e educacionais. Na Paraíba, é utilizado por escolas do Governo do Estado, entretanto, a metodologia não foi adaptada para atender à realidade da EB do Brasil, não tendo sido disponibilizado os materiais didáticos apropriados para a realização das aulas. Sua metodologia parte da problematização de um assunto das ciências, perpassando sobre os conceitos de física, matemática, química, apresentando até fatos históricos. Após isso, a consolidação é realizada com a montagem e programação dos robôs, para que seja possível manipulá-lo com o objetivo de verificar na prática os conceitos estudados.

Os materiais de robótica da *Fischertechnik GmbH*[®] dispõe de uma variedade de blocos de montar além de sensores, motores, processadores. O principal diferencial desses materiais é a disponibilização de várias fontes de alimentação para o robô, como placas para a captação de energia solar, sistema de obtenção de energia eólica, bem como baterias para armazenamento de energia elétrica. A Figura 2.9 ilustra os materiais didáticos para o ensino com RE da *Fischertechnik GmbH*[®].



Figura 2.9: Materiais da Metodologia *Fischertechnik GmbH*[®]

Assim como o ambiente *LabVIEW* utilizado no contexto da LEGO Robótica, o *software* de desenvolvimento *Robo Pro* da *Fischertechnik GmbH*[®] possui um conjunto de recursos para a orientação dos estudantes e professores. Com ele é possível ter acesso a manuais de montagens, ajudas de programação e vídeos no formato de tutoriais.

O *Robo Pro* se propõe a facilitar trabalho de iniciantes através da programação baseada em blocos seguindo regras de fluxogramas (ver Figura 2.10). A troca de dados entre os blocos de construção e os subprogramas também pode ser feita por meio de variáveis e conexões gráficas. Isso permite que as funções do programa sejam mostradas de uma maneira compreensível.

Nas metodologias apresentadas, é possível observar uma ligação de sentido entre os saberes das ciências, sobretudo da física e conceitos tecnológicos da robótica, com montagem e programação de robôs. Algumas com um embasamento metodológico mais elaborado, endossando o trabalho focado na interdisciplinaridade, outras na robótica propriamente dita, mas é observável que em todas as propostas, o ensino dos conceitos do PC (algoritmo, condicionais, estruturas de repetição...) é realizado quando a programação do robô é uma necessidade, ou seja, não é considerado como pré-requisito para dar embasamento à computação

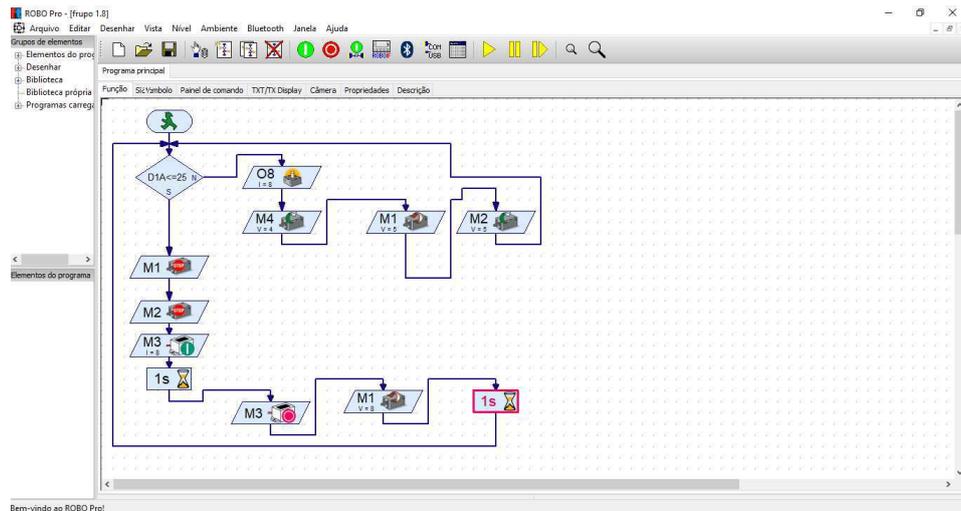


Figura 2.10: Software Robo Pro da *Fischertechnik GmbH*[®]

envolvida na robótica. Outro aspecto importante é que a RE tem potencial para o desenvolvimento do PC no que se refere às suas habilidades, sobretudo em estudantes da EB através do ensino interdisciplinar, entretanto, as metodologias citadas não evidenciam claramente tal objetivo, elas especificam que desejam desenvolver o raciocínio lógico, mas não abordam os demais conceitos de habilidades do PC. .

2.4 Conclusão do Capítulo

Neste Capítulo, apresentamos os principais conceitos acerca da EB do Brasil, do PC e seus instrumentos avaliativos, assim como do contexto da RE. Como consequência, percebemos que a introdução do PC na EB é considerada pelo Plano Nacional de Educação do Brasil e por instituições de cunho tecnológico social, como uma forma de desenvolver capacidades relacionadas a autonomia, senso crítico e habilidade de solucionar problemas através de raciocínio lógico.

Isto posto, o PC vem sendo objeto de estudos de pesquisadores da área de Educação em Computação com o intuito de propor uma conceituação formal e abordagens pedagógicas para sua inserção concreta na EB. Com as contribuições presentes na literatura, é possível considerar que o PC pode ser trabalhado com o ensino específico da computação ou de forma interdisciplinar, ambas as opções podem contar com o apoio de recursos tecnológicos como jogos educacionais e RE.

No entanto, é importante destacar que ainda não existe um instrumento validado que suporte o processo de avaliação das habilidades do PC desenvolvidas no âmbito educacional. Diversas iniciativas possuem metodologias avaliativas distintas, que na grande maioria, envolvem artefatos de código, no entanto, dispor de testes que possibilitem avaliar o PC sem analisar aspectos de programação são de extrema importância por serem expansíveis à diversas realidades. Dessa forma, a proposta da competição Bebras vem sendo referenciada como um instrumento para verificar as habilidades relacionadas ao PC por possuir questões diretamente relacionadas às competências do PC, não obstante sem exigir o domínio de conceitos de computação para respondê-las.

Neste trabalho, a RE foi adotada como um instrumento para o desenvolvimento do PC no EM da EB por ser uma ferramenta capaz de estimular o PC de forma interdisciplinar a partir da sua associação com as ciências do currículo. Nesse sentido, observamos que o conceito de RE ainda passa por um processo de construção, entretanto, já existem metodologias comerciais para o ensino com robótica que disponibilizam orientações, *hardware* e *software* que viabilizam sua consolidação como ferramenta educativa para os distintos níveis de ensino.

Capítulo 3

Trabalhos Relacionados

Neste Capítulo, apresentamos trabalhos relacionados à temática desta pesquisa. Esses trabalhos foram organizados em dois grupos: *Uso da Robótica Educacional na Educação Básica e Desenvolvimento do Pensamento Computacional por meio da Robótica Educacional*. No primeiro grupo, apresentamos trabalhos que propõem a utilização da RE na EB como ferramenta de apoio ao ensino. No segundo, focamos em estudos que aplicam a RE com o objetivo específico de desenvolver o PC em estudantes. Em ambos, buscamos destacar pontos convergentes e divergentes entre os estudos apresentados e a proposta desta dissertação.

3.1 Uso da Robótica Educacional na Educação Básica

Estudos demonstram que a RE simplifica o ensino de conteúdos curriculares, possibilitando o desenvolvimento de diversas habilidades, como trabalho em equipe, raciocínio lógico e criatividade. Souza *et al.* [54] destaca que a RE pode ser utilizada na educação com 5 propósitos, são eles: Ensino de Programação, Ensino Interdisciplinar, Participação em Torneios e Olimpíadas, Ensino como ciência (Mecatrônica), e Ensino de Pensamento Computacional. Dentre esses propósitos, o Ensino de Programação, Ensino Interdisciplinar e Participação em Torneios e Olimpíadas se destacam na EB [54].

O trabalho de Merkouris e Konstantinos [4] descreve um estudo de caso que explorou os benefícios do ensino de linguagem de programação através da robótica, em comparação com a programação para computador de mesa. Participaram do estudo, durante 6 meses, 36 estudantes da EB com idade entre 12 e 13 anos, organizados em 3 grupos de acordo com

a plataforma de computador de destino, são elas: 1) Computador de mesa com *Scratch*; 2) *wearable* com Arduino *LilyPad*; e 3) robótica com LEGO® *Mindstorms*. No estudo, o computador de mesa foi utilizado em todos os casos como plataforma de desenvolvimento, mas a execução do programa foi realizada em uma plataforma de destino diferente, a fim de revelar benefícios que podem ser atribuídos ao tipo de tangibilidade. Dessa forma, os autores desenvolveram e aplicaram um material instrucional organizado em duas fases de atividades. Na primeira, os estudantes eram instruídos a construir um determinado objeto que variava de acordo com as plataformas de destino; na segunda, os estudantes foram orientados a escrever um programa de computador para o objeto montado. Para a programação, as orientações foram fundamentadas em três conceitos básicos da computação: 1) sequenciação, 2) repetição e 3) condição. Independentemente do tipo de tangibilidade, os estudantes foram solicitados a criar programas de computador muito semelhantes, pelo menos em termos de código. Os estudantes foram avaliados a partir de pré e pós-teste envolvendo questões de linguagem de programação exploradas durante as atividades, além de um *survey* de opinião. Os principais resultados demonstram que aprender programação com plataformas tangíveis como Arduino e robótica é mais eficaz do que trabalhar apenas de forma virtualizada com o computador de mesa. De forma específica, os estudantes expressaram emoções mais positivas enquanto programavam de maneira tangível com o computador robótico quando comparados ao computador de mesa com a programação apenas virtualizada. Além disso, as plataformas de computação virtualizadas não demonstraram afetar significativamente o desempenho dos estudantes no pós-testes.

Rao [10] apresenta um projeto que buscou impulsionar o interesse dos adolescentes em robótica e programação, com a utilização das ferramentas LeJOS® e LEGO® *Mindstorms* para criar e implementar programação Java. O curso foi direcionado para crianças com idade entre 10 e 13 anos da EB sem conhecimento prévio de programação ou robótica. A eficácia do curso foi testada por meio de uma pesquisa aplicada antes e depois dos estudantes fazerem o curso, com isso o autor buscou verificar se a experiência anterior em programação ou robótica influenciou o desempenho no curso, bem como a satisfação dos participantes com o mesmo. Os resultados apresentados pelos autores demonstraram que após o curso, os estudantes estavam mais motivados com os assuntos estudados. Além disso, ao término das atividades 90% deles se mostraram satisfeitos com as atividades realizadas.

Com o objetivo de promover o ensino de programação para estudantes da EB com faixa etária 7 e 15 anos de idade, Silva *et al.* [58] propôs a utilização da metodologia de contação de histórias chamada de *Storytelling* juntamente com recursos de robótica de baixo custo como Arduino e materiais recicláveis. Para isso, foi oferecido um curso de programação em 90h organizados em 4 fases: programação *Python* com *Minecraft*; programação C; programação Web com *HTML5*, *CSS3*, *PHP* e banco de dados; e robótica com Arduino. No decorrer do curso, os participantes construíram robôs de futebol inspirados na contextualização de uma narrativa. Os autores destacam que a utilização do *Storytelling* favoreceu a construção de um significado de aprendizado, o que auxiliou os estudantes na produção de maneira lúdica. Para analisar os impactos que o curso causou nos participantes, foi aplicado um questionário de opiniões diretas com cada estudante. Os resultados apresentados destacam que os estudantes sentiram-se mais interessados e motivados em aprender os conceitos de programação e em construir os carros robôs de uma forma lúdica.

Embora a robótica apoie significativamente as iniciativas de educação em mecânica e programação, ela é capaz de apoiar com tamanha equivalência o ensino das ciências. Os autores de Gerber *et al.* [71] desenvolveram robôs de pipetagem com LEGO® *Mindstorms* para manipular de forma confiável os volumes de líquido em operações com plásticos de laboratório para o ensino de química, como cubetas e placas de múltiplos poços. Os robôs de pipetagem propostos, foram aplicados com estudantes do EF e EM em dois estudos independentes. No primeiro, os robôs de pipetagem foram utilizados por 80 estudantes do 5º ano do EF no decorrer de 5 sessões com 90 minutos de duração cada. Nesse primeiro momento, o robô serviu exclusivamente como um instrumento que auxiliou no processo de medição de líquidos. No segundo, 9 estudantes do EM construíram a programação do robô de pipetagem ao longo de 6 semanas, promovendo dessa forma, a interdisciplinariedade entre conceitos de programação de robôs e da ciência em destaque. Em ambos estudos, a utilidade do robô foi avaliada a partir de planos de aula com observações subjetivas de profissionais da área de química, além de planilhas e questionários finais para os estudantes participantes. Como resultados do estudo, os autores apresentam que o robô de pipetagem auxiliou no processo de precisão de medição de líquidos bem como no desenvolvimento e aprendizagem de programação de robôs.

O projeto apresentado por Goldman *et al.* [82] busca introduzir um currículo fundamen-

tado na RE para auxiliar o ensino dos componentes curriculares de Física e Matemática do EM de estudantes que não tiveram esse tipo de oportunidade em seu ambiente escolar regular. Para isso, o projeto foi realizado em quatro etapas: 1) Desenvolvimento Curricular; 2) Primeira Implementação; 3) Inovação e Modificação; e 4) Segunda Implementação. As aulas foram oferecidas no formato de um curso de verão para 44 estudantes, com idades entre 14 e 16 anos, com 2 encontros semanais durante 6 semanas. O processo de aprendizado dos estudantes foi organizado em três grandes fases: 1) Construção, 2) Programação e (3) Aplicação; que foram aplicadas no formato de situações problemas. Na fase de construção, os estudantes passaram a compreender princípios de engenharia e *design* de robôs. Com a segunda fase, programação, os participantes aprenderam e aplicaram noções básicas do ambiente de programação *RoboLab*. Na terceira fase, os estudantes foram apresentados a problemas de física e matemática que seriam solucionados com apoio da montagem robótica construída e programada. Ao término, os estudantes compartilhavam suas soluções uns com os outros.

Os autores do estudo buscaram avaliar os efeitos do projeto com a aplicação de pré e pós-testes para verificar tanto no sentido das habilidades de resolução de problemas dos estudantes, quanto nos processos cognitivos e níveis de interesse em Matemática, Ciências, Tecnologia e Robótica. Os resultados apresentados demonstram que a robótica refletiu diretamente na motivação dos estudantes em aprender e demonstrar para as suas famílias as produções construídas em sala de aula. Por problemas com o tamanho da amostra, causadas por fatores de consentimento de participação dos estudantes com idade abaixo de 18 anos, não foi possível validar estatisticamente a metodologia aplicada no projeto, ficando os resultados obtidos a cargo das observações dos professores e mentores ao longo das atividades.

A participação em torneios e olimpíadas de robótica é uma motivação que vem chamando atenção de muitos educadores da EB pois, podem fornecer um ambiente de aprendizado, onde as crianças possam ser aprimoradas para pensar criativamente e desenvolver soluções inovadoras. Em seu estudo, Starnad [12] apresenta o trabalho de preparação de uma equipe de estudantes para o torneio internacional de robótica multidisciplinar First[®] LEGO[®] *League*. Nele, há uma visão geral do trabalho de vários meses e a preparação para a parte robótica da competição, onde as crianças têm que construir e programar um robô autônomo que possa completar o maior número possível de tarefas no tapete de competição em um

período limitado de tempo. Durante esse processo, é feito um portfólio técnico, onde as crianças registram o progresso, os problemas e descrevem formas de resolvê-los, explicam estratégias e apresentam soluções inovadoras. As formas de trabalhar com robôs LEGO® em preparação para a competição First® LEGO® podem ser replicadas com sucesso em sala de aula com o tópico de formas algorítmicas de pensar e programar. O autor destaca que a oportunidade de participar de um torneio de robótica, influenciou tanto o professor quanto os estudantes. Por ser um torneio que instiga a autonomia dos estudantes, o professor observou a necessidade de priorizar processos de aprendizagem que garantam essa autonomia, com isso é possível que estudantes reflitam sobre suas conquistas e sobre suas responsabilidades frente ao processo de aprendizagem.

Assim como os estudos acima apresentados, este trabalho de dissertação buscou utilizar a RE como instrumento para desenvolver competências e habilidades de estudantes da EB. Diferentemente das propostas com foco no ensino de programação, nosso estudo partiu da necessidade de trabalhar conceitos de lógica de programação, sem necessariamente utilizar o ensino de alguma linguagem. As atividades planejadas e aplicadas em nosso estudo utilizaram a RE como o instrumento para a aprendizagem de conceitos como estruturas de repetição, condicionais e variáveis. No que se refere aos estudos relacionados ao ensino interdisciplinar, em uma das fases do nosso estudo, buscamos desenvolver conceitos das ciências, especificamente da Física e Matemática, no entanto, nessa etapa o processo metodológico envolvido não abordou aspectos de programação de robôs, mas sim como seus componentes interferem no processo de movimentação, ou seja, no deslocamento dos robôs. Com isso, foi possível analisar conceitos como movimento, velocidade, tempo, distância, centro de massa, todos inerentes a existência robótica, mas fundamentados em ciências.

O estudo com objetivo de participação em torneios e olimpíadas [12], demonstrou que os estudantes participantes desenvolveram o trabalho em equipe e raciocínio lógico, habilidades que também buscamos explorar nos estudantes participantes de nosso trabalho. Entretanto, o estudo citado, procurou trabalhar com estudantes seletivos em um espaço escolar distinto à sala de aula. Nós propusemos um trabalho com RE imerso ao ambiente de sala de aula. Embora tenhamos dependido de determinações das escolas participantes quanto a sua obrigatoriedade avaliativa, foi possível desenvolver todas as atividades propostas de forma inclusiva com os estudantes do grupo experimental.

Por fim, é importante destacar que, independente do propósito educacional envolvido nos trabalhos acima apresentados, não identificamos a aplicação de procedimentos empíricos baseados em instrumentos estatísticos que validem as propostas apresentadas. A proposta desta dissertação é fundamentada na aplicação de uma metodologia de pesquisa baseada em recursos estatísticos com o fim de validar nossa proposta pedagógica, bem como a RE como um instrumento didático.

3.2 Desenvolvimento do Pensamento Computacional por meio da Robótica Educacional

Estudos como o de Papert [92] destacam que ao inserir a robótica na EB é possível promover o ensino do PC, pois utilizar robôs como ferramenta educacional, proporciona um ambiente benéfico ao aprendizado, estimulando o aluno a construir seu conhecimento empregando a abstração, decomposição, simulações, coleta e análise de dados.

Silva e Javaroni [39] propuseram analisar o processo pelo qual estudantes do EF aprendem conteúdos matemáticos no decorrer de atividades com RE focadas no desenvolvimento do PC. A proposta envolveu o trabalho com o significado do resto da divisão euclidiana no decorrer de uma atividade de construção e programação de um semáforo com kit de robótica Arduino Uno e a linguagem de programação *Scratch*. Desta maneira, os autores planejaram e executaram 4 planos de aula para a disciplina Práticas de Matemática. O primeiro plano de aula teve como objetivo realizar familiarização com o ambiente de desenvolvimento *Scratch*; o segundo, buscou a ambientação do kit de robótica e a forma de comunicação entre a placa Arduino e os demais componentes do kit; o terceiro plano de aula, abordou o significado do resto da divisão euclidiana através da programação do semáforo; por fim, o quarto buscou a aplicação de conceitos da Matemática a partir da congruência entre dois números na programação do semáforo. No decorrer da aplicação dos planos de aulas, os dados dos estudantes foram registrados através da gravação de áudio e vídeo, da captura da tela dos notebooks, além dos registros escritos por eles. Os principais resultados obtidos através da análise dos dados evidenciaram que a RE auxiliou no desenvolvimento do PC e, conseqüentemente, ambos auxiliaram na compreensão dos conteúdos matemáticos estudados.

De forma similar a Silva e Javaroni, nosso estudo buscou estimular o PC na EB através

da RE e como consequência visamos o melhor desempenho dos estudantes nos componentes curriculares da EB, no entanto, não atrelamos o ensino de um conteúdo específico destes componentes. Buscamos utilizar a RE como um meio para desenvolver o PC, seja através do ensino interdisciplinar ou de assuntos da computação, mas todas com o foco nas habilidades do PC. Além disso, realizamos o acompanhamento do desenvolvimento dessas habilidades através da aplicação da prova do Bebras, bem como analisamos como a RE auxiliou o desenvolvimento dos estudantes nos componentes curriculares. Por fim, buscamos quantificar o efeito que a introdução da RE no ambiente escolar causou no desempenho dos estudantes por meio de uma análise comparativa entre grupos de controle e experimental.

O estudo apresentado por Chiazese *et al.* [21] descrevem as descobertas preliminares de um laboratório de aprendizagem robótica baseado em projetos, que teve como objetivo estimular o PC em estudantes da EB. O projeto foi implementado em duas fases principais. No primeiro momento, foi realizada uma formação em RE com 105 professores e especialistas da área educacional, no segundo, os professores e especialistas aplicaram a metodologia em suas escolas primárias e secundárias. A metodologia aplicada buscou introduzir as habilidades do PC no decorrer de 1 mês escolar, onde 51 estudantes com idade entre 8 e 10 anos foram inseridos no contexto de construção e programação de robô educacional com o Kit LEGO® *Education WeDo 2.0*. Os autores avaliaram o desenvolvimento do PC através da aplicação da prova do Bebras utilizada na Itália nos anos de 2017 e 2018. Além disso, consideraram o desempenho dos estudantes nos componentes curriculares. Para a análise dos dados, classificaram o desempenho nos componentes curriculares em uma escala *Likert* de 5 pontos (de 1 = insuficiente a 5 = excelente) com o objetivo de realizar comparação entre os grupos de estudantes e o desempenho geral obtido na prova do Bebras.

Na análise dos dados, os autores utilizaram o teste U de Mann-Whitney para avaliar a diferença entre os grupos de estudantes (experimental e controle) no desempenho médio dos componentes curriculares e, o teste *t* independente para avaliar a diferença entre os grupos de estudantes em PC (Bebras). Os resultados gerais apresentados demonstram que não existe diferença significativa entre os grupos de estudantes (experimental e controle) no que se refere ao desempenho nos componentes curriculares, entretanto, os estudantes do grupo experimental demonstraram desempenho finais na prova do Bebras significativamente maior quando comparado ao grupo de controle. Os resultados apresentados fornecem uma con-

firmação da relevância de usar ambientes educacionais, baseados em kits de robótica para promover o desenvolvimento do PC, que por sua vez, podem ser úteis para a capacidade de resolver problemas.

Nosso estudo se assemelha à proposta de Chiazzese *et al.* no sentido de introduzir a RE na EB com o objetivo de desenvolver as habilidades do PC e conseqüentemente ajudar os estudantes a se desenvolverem melhor nos componentes curriculares. Além disso, os instrumentos de coleta de dados utilizados pelos autores convergem com os utilizados em nosso contexto. No entanto, em nosso estudo, buscamos introduzir a RE no ambiente escolar como parte integrada ao currículo, com isso, aplicamos um estudo com características longitudinais durante 6 meses, diferentemente da proposta apresentada por Chiazzese *et al.* Além disso, realizamos uma análise estatística do desempenho dos estudantes nos componentes curriculares considerando as notas por eles obtidas. Essa decisão buscou considerar fielmente o desempenho dos estudantes ao longo do ano letivo em que as atividades com RE foram realizadas, diferentemente de Chiazzese *et al.* que consideraram o desempenho dos estudantes em uma escala *Likert*. Por fim, consideramos a interpretação de aspectos comportamentais dos estudantes que os professores dos componentes curriculares construíram ao longo do ano letivo de 2018, para complementar o entendimento do impacto que a introdução da RE no ensino causou no desenvolvimento dos estudantes.

Chaudhary *et al.* [96] apresentam um estudo aplicado ao ensino do PC, resolução de problemas, trabalho em equipe e habilidades de gerenciamento de projetos para estudantes da EB. Para isso, utilizaram o kit de RE da LEGO® *Mindstorms EV3* durante 14 dias em um acampamento de verão com estudantes entre 7 e 13 anos de idade. No decorrer do projeto, foi trabalhado conceitos de como projetar, construir e programar robôs usando componentes como motores, sensores, rodas, eixos, vigas, conectores e engrenagens. No tocante à programação, foram trabalhados conceitos básicos como controle de fluxo, *loops*, ramificações e condições, usando um ambiente de programação visual. Para a análise do impacto que o trabalho realizado causou nas habilidades dos estudantes, os autores observaram como os estudantes realizaram as tarefas e resolveram os problemas propostos. Além disso, consideram a aplicação de um jogo, antes e após as atividades com RE, com 14 níveis que exigiam a capacidade de raciocínio lógico e a criação de fluxos de controle com instruções como mover, girar e repetir. Os dados foram analisados a partir de uma matriz de dado com atribuição

de uma nota a 6 competência para cada estudante participante. As competências exploradas foram: PC, Programação, Decomposição, Gerenciamento de Projetos, Trabalho em Equipe e Robótica.

Como resultados, Chaudhary *et al.* destacaram que projetar, construir e programar robôs é emocionante para os estudantes e aumenta o seu nível de envolvimento com a aprendizagem. Além disso, em todas as competências exploradas nas análises, os estudantes demonstraram melhor desempenho após a realização das atividades com RE. Os autores destacam ainda que os resultados apresentados demonstram que a metodologia de ensino aplicada foi útil para transmitir as habilidades e conhecimentos desejados às crianças do EF.

No programa de curso das atividades com RE que propomos neste estudo, assim como Chaudhary *et al.*, contemplamos o trabalho com conceitos básicos de lógica de programação, entretanto, não fixamos o ensino destes à programação de robôs, demos evidência ao trabalho prático como rotação de motores, sentido da rotação, combinação de botões, sensores e fontes de energias, aliada a um estudo teórico de cada conceito aplicado, sem obrigatoriamente programar robôs. Além disso, buscamos utilizar a prova do Bebras como instrumento avaliativo do desenvolvimento do PC no decorrer das atividades, por não exigir do estudante conhecimentos de uma linguagem de programação específica, bem como pelo fato dela está sendo utilizada e/ou investigada na mesma perspectiva por outras pesquisas na área.

3.3 Conclusão do Capítulo

Neste Capítulo, apresentamos brevemente trabalhos que se relacionam com nosso foco de estudo. Considerando os trabalhos descritos que se relacionam ao desenvolvimento do PC na EB através da RE, observamos que na literatura existe uma tendência de atrelar o ensino com RE ao ensino de programação e como uma consequência, uma possível influência nas habilidades do PC. Essa tendência pode estar relacionada à pesquisas embasadas em ideias e métodos para desenvolver o PC com ênfase em programação de computadores. No entanto, é importante enxergar a RE como uma ferramenta prática e palpável que pode explorar habilidades do PC sem necessariamente programar robôs.

É importante destacar também que todas as propostas apresentadas foram realizadas em algum espaço educacional, seja ele formal ou informal, no entanto não identificamos nos

trabalhos acima citados uma sequenciação didática definida para a aplicação das propostas em sala de aula, alguns destacam objetivos e as etapas realizadas, entretanto, não são apresentados elementos como materiais didáticos, plano de aula e orientações metodológica para a replicação prática das propostas apresentadas.

Por fim, pouco são os trabalhos que buscam avaliar quantitativamente e qualitativamente os efeitos que a RE causou nas habilidades do PC, bem como no desenvolvimento cognitivo dos estudantes no decorrer da EB. Essa característica pode estar relacionada à falta de definição sobre o PC, bem como na ausência de instrumentos validados que ajudem a mensurar essas habilidades.

Capítulo 4

Metodologia

O objetivo do estudo realizado foi estimular o desenvolvimento das habilidades relacionadas ao PC no decorrer de atividades com RE no contexto da 1ª Série do EM da EB, nas modalidades Profissional Técnica e Regular Integral, além de identificar suas relações com o aprendizado das ciências do currículo. Houve dois estudos anteriores, no mesmo contexto, apresentados por Souza *et al.* [53; 52] que pretenderam melhorar o ensino com robótica no EM em Escolas SESI da Paraíba. Os resultados desses estudos indicam que a inserção de PC na EB é capaz de auxiliar o desenvolvimento do aluno e professores de modo geral, não obstante, os resultados alcançados não podem ser generalizados, pois envolveram apenas dados de estudantes da 1ª Série do EM do SESI. Além disso, esses estudos buscaram identificar os efeitos da inserção do PC no ensino sobre o aprendizado de robótica e das Ciências, no entanto, é imperativo explorar a RE como um meio para o ensino e aprendizagem e não como produto.

4.1 Contexto da Aplicação do Estudo

O estudo foi executado em turmas da 1ª Série do EM de duas escolas de EB do estado da Paraíba, localizadas na zona sul da cidade de Campina Grande, sendo uma Escola Profissional Técnica (EPT) e outra Escola Cidadã Integral (ECI). A proposta geral de ambas as escolas prioriza a formação integralizada do estudante, promovendo ações, projetos e programas alinhados aos direcionadores da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de tal modo a favorecer a aprendizagem efetiva dos estudantes e sua entrada no mundo do trabalho. Em

2018, a Paraíba contabilizou 48 EPTs e 101 ECIs, o que representa, segundo os dados do censo 2019 [33], 12,56% e 5,98% respectivamente do total de escolas estaduais de EB em funcionamento no mesmo ano no estado.

4.1.1 Escola Profissional Técnica (EPT)

As EPTs na Paraíba ofertam diferentes níveis e modalidades de educação integrando as perspectivas do trabalho, ciência e tecnologia, conforme as diretrizes da educação nacional. A EPT visa preparar os estudantes para o mundo do trabalho, no sentido da formação integral do cidadão trabalhador, para atender às exigências do setor produtivo e do desenvolvimento socioeconômico. Dessa forma, é assegurado ao estudante uma EB articulada à formação profissional técnica de nível médio.

No ano de 2018, o catálogo de cursos de educação profissional técnica de nível médio contabilizou 21 cursos de diversos eixos tecnológicos, a saber: produção alimentícia, recursos naturais, ambiente e saúde, produção cultural e design, segurança, produção industrial, informação e comunicação, gestão e negócio, e turismo. Cada eixo tecnológico possui um conjunto de cursos que são disponibilizados pelas EPTs de acordo com a demanda, entretanto, o curso Técnico em Informática na cidade de Campina Grande possui majoritária procura sendo o único ofertado em várias escolas.

Com uma carga horária anual de 4.510 h/aula, o curso Técnico em Informática de nível médio mantém o estudante semanalmente por 40 horas na escola. A matriz curricular envolve componentes curriculares organizados conforme as orientações da BNCC que associa os componentes relacionados à formação para o trabalho profissional. A EPT dispõe de uma infraestrutura básica no que se refere ao ambiente de salas de aula, refeitório, quadra de esporte, laboratórios de informática, robótica, Matemática e Física, além de equipamentos de projeção e som.

Em 2018, a 1ª Série do EM trabalhou 20 componentes curriculares, sendo 11 da BNCC, 2 da parte diversificada, 2 da formação para o trabalho e 5 da formação profissional. A Tabela 4.1 apresenta a distribuição dos componentes curriculares da 1ª Série do curso Técnico em Informática de nível médio.

Base Comum – BNCC	Parte Diversificada
Língua Portuguesa	Língua Estrangeira (Inglês)
Arte	Língua Estrangeira (Espanhol)
Educação Física	Formação para o Trabalho
Matemática	Ética Profissional e Relações Interpessoais
Biologia	Segurança e Higiene do Trabalho
Física	Formação Profissional
Química	Introdução a Informática e Arquitetura de Hardware
História	Inteligência Artificial
Geografia	Sistemas Operacionais
Filosofia	Lógica Matemática e de Programação
Sociologia	Linguagem de Programação

Tabela 4.1: Componentes curriculares do curso Técnico em Informática de nível médio

4.1.2 Escola Cidadã Integral (ECI)

Em 2017, devido a uma reformulação no sistema socioeducativo da Paraíba, a educação em tempo integral foi implantada nas escolas do estado com o objetivo de promover uma educação de ressocialização. Dessa forma, as ECIs foram apresentadas com uma proposta semelhante às demais escolas, mas com propostas pedagógicas que envolvem sobretudo a realidade local de cada escola, além da particularidade de ser período integral. Com o foco no protagonismo juvenil, a ECI posiciona o jovem como ator principal da aprendizagem no decurso de ações que estimulam a criatividade, a construção e a solidariedade do jovem frente ao mundo real. Para isso, o estudante é incentivado a formular ou resgatar suas pretensões para o futuro e a estabelecer metas, estratégias e prazos com base em conhecimentos adquiridos durante a vivência escolar. Nesse processo, o estudante é assistido com atividades curriculares, acompanhamento pedagógico e psicológico, projetos e disciplinas transversais que aliam teoria, prática e humanização.

Com uma carga horária anual de 5.535 h/aula o EM da ECI mantém o estudante semanalmente por 45 horas na escola. Durante sua permanência, são oferecidas diariamente três refeições (café da manhã, almoço e lanche da tarde). Para os professores, é estipulada uma jornada semanal de 40 horas de trabalho, em período integral, que deve ser exercida obrigatoriamente na escola, individual e coletivamente na integração dos componentes curriculares.

A ECI dispõe de uma infraestrutura básica no que se refere ao ambiente de salas de aula, refeitório, quadra de esporte, laboratórios de informática, robótica, além de equipamentos de projeção e som.

A matriz curricular envolve componentes organizados conforme as orientações da BNCC associados à chamada parte diversificada, que pedagogicamente envolvem elementos complementares ao currículo escolar, articulando o mundo acadêmico às práticas sociais. Em 2018, a 1ª Série do EM trabalhou 18 componentes, sendo 11 da BNCC e 7 da parte diversificada. A Tabela 4.2 apresenta a distribuição dos componentes curriculares da 1ª Série do EM da ECI.

Base Comum – BNCC	
Língua Portuguesa	Química
Arte	História
Educação Física	Geografia
Matemática	Filosofia
Biologia	Sociologia
Física	
Parte Diversificada	
Língua Estrangeira (Inglês)	Orientação de Estudo
Língua Estrangeira(Espanhol)	Práticas Experimentais
Projeto de Vida	Disciplinas Eletivas
Avaliação Semanal	

Tabela 4.2: Componentes curriculares do EM da ECI

Os componentes curriculares da parte diversificada Projeto de Vida, Avaliação Semanal, Orientação de Estudo, Práticas Experimentais e Disciplinas Eletivas, buscam trabalhar objetivos específicos das ECIs, por isso, não são componentes comuns como os demais. Dessa forma, abaixo segue um breve descritivo de cada componente curricular em questão:

- **Projeto de Vida:** É o eixo principal da ECI e busca estimular as variações da identidade do estudante durante sua formação. As aulas envolvem reflexões sobre o “ser e o querer ser” para que o estudante possa planejar e construir o caminho que deseja seguir, seja nos âmbitos pessoal, social e profissional da vida. Nesse componente, os estudantes devem ser avaliados tal como nos componentes da BNCC;

- **Avaliação Semanal:** São avaliações semanais dos componentes da BNCC e de línguas. A cada semana um conjunto de 20 questões de 2 componentes é aplicado no estilo de simulado com todos os estudantes;
- **Orientação de Estudo:** São aulas de orientação com professores onde os estudantes aprendem métodos, técnicas e procedimentos para organizar, planejar e executar seus estudos. São aulas que têm por objetivo oferecer um espaço destinado à realização de atividades pertinentes a diversos estudos. Nesse componente, os estudantes devem ser avaliados tal como nos componentes da BNCC;
- **Práticas Experimentais:** São aulas de aplicação prática dos conceitos abordados em sala. As aulas devem ser ministradas por professores das disciplinas de Ciências da Natureza e de Ciências Exatas. O principal objetivo é estimular no estudante a habilidade de expor clara, objetiva e precisamente o trabalho realizado nas experiências, reforçando assim o aprendizado teórico. Nesse componente, os estudantes devem ser avaliados tal como nos componentes da BNCC;
- **Disciplinas Eletivas:** São componentes temáticos semestrais, planejados por professores e estudantes e buscam diversificar, aprofundar e enriquecer os conteúdos trabalhados nos componentes da BNCC. Se diferencia dos demais por não ser assumido por um único professor. Nesse componente, os estudantes devem ser avaliados tal como nos componentes da BNCC.

4.1.3 Laboratórios de Robótica

As escolas do Estado da Paraíba passaram a receber em 2012 laboratórios de robótica da *Brink Mobil*[®] intitulado de *Brink Robótica*. Segundo a Secretaria de Estado da Educação, inicialmente foi investido na aquisição de 200 laboratórios destinados aos diversos tipos de escolas de EM do estado. Com o projeto, o Governo da Paraíba buscou atender às exigências do inciso IV, Art. 4º da Resolução CNE/CEB N° 2, de 30 de janeiro de 2012¹ [18] que destaca que as escolas devem prover a “compreensão dos fundamentos científico-tecnológico dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática”. Assim, buscou incentivar o

¹Resolução CNE/CEB 2/2012. Diário Oficial da União, Brasília, 31 de janeiro de 2012, Seção 1, p. 20.

ensino das ciências de forma interdisciplinar através da metodologia criada pela *Brink Mobil*[®] e os materiais de robótica da empresa alemã *Fischertechnik*[®].

A proposta do *Brink Robótica* engloba materiais didáticos para professores e estudantes, como manuais de montagem e de atividades, materiais robóticos como componentes eletrônicos, peças de montagens e softwares, além de uma metodologia de aplicação dos artefatos. A descrição geral da proposta é representada na Figura 4.1.

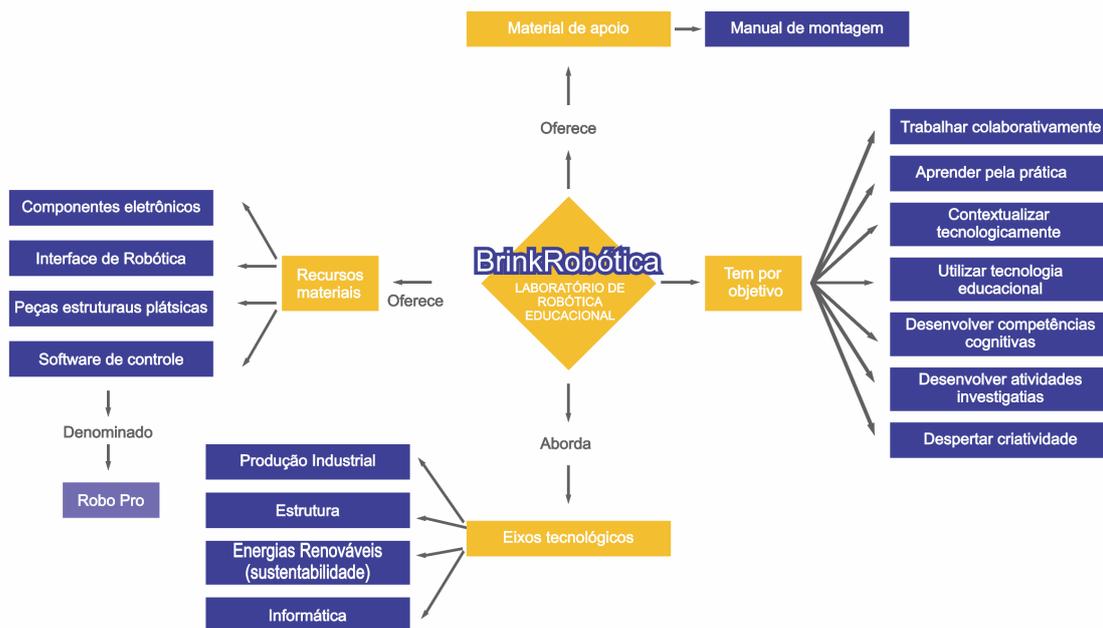


Figura 4.1: Modelo Representativo da Proposta *Brink Robótica* Fonte: Manual Metodológico *Brink Robótica*

Com os kits robóticos da *Fischertechnik*[®], o *Brink Robótica* pretende explorar saberes como: eletricidade e eletrônica, energias, robótica, raciocínio lógico, Matemática, Física, engenharia, estruturas, etc. Para isso, foram distribuídos para os laboratórios de robótica um conjunto diversificado de kits da *Fischertechnik*[®] com temáticas que permitem desenvolver a diversidade de conhecimento como: Máquinas simples, Mecânica e estatística, Energias alternativas, Física, Eletrônica, Eletropneumática, Robô móvel, Robôs para locomoção em esteira, Robô de automação, Kits de apoio com fonte de alimentação, baterias e caixas organizadoras. Ademais, foram disponibilizadas formações docentes e assessoria pedagógica².

²A estrutura completa do Laboratório de Robótica disponível nas escolas da Paraíba pode ser verificado no site da *Brink Robótica*: <https://brinkmobil.ledz.net.br/robotica>.

A proposta oficial da *Brink Robótica* tenta garantir práticas que envolvem professores e alunos das diversas áreas do saber em um processo de construção de conhecimento. Não obstante, a concretização da proposta do Governo do Estado da Paraíba enfrenta adversidades impossibilitando que a robótica seja aplicada efetivamente. Conforme apresentamos em nosso estudo [51], a aplicação da robótica pode ser influenciada pela estrutura física, limitações dos materiais didáticos, manutenção dos equipamentos eletrônicos, ausência ou falta de formação continuada dos profissionais. Tais fatores impactam a motivação e aprendizado de alunos e professores no contexto do projeto *Brink Robótica* nas Escolas Estaduais da Paraíba. As EPTs e ECIs, onde o presente estudo foi aplicado, foram contempladas com os materiais de robótica disponibilizados pelo governo da Paraíba, no entanto, não aplicavam os recursos efetivamente com os alunos.

4.2 Método da Pesquisa

O presente trabalho, na perspectiva da abordagem do problema, é de natureza qualitativa, pois se comprometeu em entender a interpretação que os envolvidos atribuíram as suas condutas e experiências. Para isso, utilizamos o ambiente natural como fonte da coleta de dados, efetivada a partir de dois ou mais métodos de coleta [69]. Na perspectiva dos procedimentos técnicos, enquadra-se no método de pesquisa-intervenção, pois envolveu a identificação de uma dificuldade real, apoio de professores, apresentação de soluções, proposição e execução de intervenções e ao final, julgamento dos resultados obtidos após a intervenção [69].

4.2.1 Design da Pesquisa

Considerando o objetivo de investigar o impacto que atividades com RE causam no desenvolvimento do PC e no aprendizado dos componentes curriculares da 1ª Série do EM, definimos as seguintes variáveis para compor o *design* da pesquisa apresentado na Tabela 4.3:

- **Ensino Médio (EM):** Ações executadas durante o ano letivo, sejam elas do tipo Técnico ou Integral.
- **Atividades com Robótica (R):** Aulas de intervenção com robótica, propostas e aplicadas no experimento do presente estudo.

- **Desempenho Curricular (D):** Desempenho dos estudantes nos componentes curriculares, considerado o principal instrumento avaliativo na EB, sendo assim, uma variável representativamente confiável do desenvolvimento do estudante nos componentes curriculares da EB.
- **Habilidades do PC (T)** Desempenho na prova do Bebras que explora as habilidades do PC.

Grupos	Variável Independente	Variável Dependente
Experimental	$EM + R$	$\frac{D_1}{T_1}$
Controle	EM	$\frac{D_2}{T_2}$

Tabela 4.3: *Design* da pesquisa

Com a estrutura do *design* apresentada na Tabela 4.3 consideramos uma análise entre dois grupos (controle e experimental) de estudantes com perfis similares da mesma população, onde o fator R (presença da robótica) é a única particularidade que distingue ambos os grupos. Definimos o *design* para as duas populações de estudantes (EPT e ECI) e iremos apresentar os resultados de cada cenário separadamente.

4.2.2 Questões de Pesquisa e Hipóteses

As questões de pesquisa e hipótese que buscamos responder com essa pesquisa foram as seguintes:

Q1: Qual o impacto que a introdução da RE no EM causa no desenvolvimento do PC?

- H1.0: Não há indícios de que a introdução da RE no EM impacta o desenvolvimento do PC.
- H1.1: A introdução da RE no EM impacta o desenvolvimento do PC.

Q2: Qual o impacto que a introdução da RE no EM causa no aprendizado dos componentes curriculares?

- H2.0: Não há indícios de que a introdução da RE no EM impacta o aprendizado dos componentes curriculares.
- H2.1: A introdução da RE no EM impacta o aprendizado dos componentes curriculares.

4.3 Fases da Pesquisa

Para a condução deste trabalho definimos 5 fases: 1) Preparação; 2) Aplicação das intervenções da Robótica Autodescoberta; 3) Aplicação das intervenções da Robótica Fundamentada em Computação; 4) Aplicação de um *survey* com os professores participantes; 5) Análise dos efeitos que as intervenções causaram nos estudantes participantes. A visão geral da metodologia da pesquisa pode ser observada na Figura 4.2

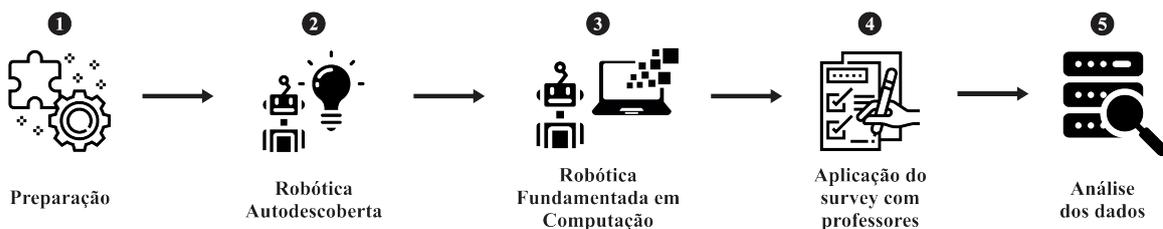


Figura 4.2: Fases da pesquisa

4.3.1 Preparação

Nesta subseção detalharemos as atividades realizadas durante a fase de preparação deste estudo.

Seleção das Escolas Participantes

Para a realização do experimento, selecionamos duas escolas estaduais de EM (Profissional Técnica e Regular Integral) localizadas na cidade de Campina Grande que atendessem aos 4 critérios de seleção, quais sejam:

1. Dispor do material da *Fischertechnik* distribuído pelo governo do estado da Paraíba;

2. Não dispor de um espaço físico dedicado ou corretamente organizado para aplicação de aula com o material de robótica;
3. Por qualquer motivo não utilizar os materiais de robótica como ferramenta para o ensino;
4. Apresentar interesse em operacionalizar o uso do material robótica na escola.

Executamos a seleção em março de 2018 a partir de um levantamento técnico das escolas estaduais localizadas em Campina Grande que dispunham dos materiais citados nos critérios. Em seguida, realizamos visitas nas escolas para apresentação do projeto e verificação do cumprimento dos critérios de seleção estipulados.

As escolas selecionadas estão localizadas na zona sul da cidade de Campina Grande e possuem modalidades de EM distintas. A EPT oferta a educação profissional técnica de nível médio com o curso Técnico em Informática, a ECI por sua vez, atua sob o com o modelo de educação integral com EM regular. A participação das escolas no experimento foi autorizada pela direção das escolas e da 3ª Regional de Ensino da Paraíba.

Organização dos Laboratórios

Inicialmente, realizamos o levantamento das condições dos laboratórios de robótica das escolas para nortear o planejamento das ações relacionadas à organização. A EPT dispunha de um espaço dedicado ao laboratório de Ciências, onde compartilhava materiais dos laboratórios de Física, Matemática e Robótica. Entretanto, a forma como os materiais de robótica estavam dispostos não facilitava a aplicação do recurso no dia-a-dia da escola. A ECI não possuía um espaço que suportasse a realização de aulas com robótica, os materiais estavam depositados em pequenas salas em condições não favoráveis a manutenção, não oferecendo assim utilidade para professores e alunos.

Desse modo, construímos orientações gerais para a organização dos laboratórios de robótica das escolas, considerando restrições internas, necessidade básicas e educacionais que viabilizassem a operacionalização dos mesmos. São elas:

- O ambiente deve comportar uma turma com até 40 alunos;
- A organização das mesas deve favorecer o trabalho de equipes com até 4 estudantes;

- Os materiais didáticos impressos devem ser organizados por tipo (professor, estudantes e atividades), em locais acessíveis aos estudantes e professores;
- Os materiais (peças) dos kits de robótica devem ser arranjados por tipo nas caixas organizadoras, em locais acessíveis aos estudantes e professores;
- Os materiais (eletrônicos) dos kits de robótica devem ser contabilizados e arranjados por tipo nas caixas organizadoras, em locais acessíveis aos estudantes e professores. É aconselhável conferência periódica desses materiais pelo professor ou responsável devido a sua importância e dificuldade de substituição.

Considerando as orientações, realizamos durante o mês de abril de 2018, a separação e organização dos materiais de ambas as escolas, como também a busca por um espaço físico destinado ao laboratório da ECI. Essas ações resultaram em laboratórios operacionais, considerando as condições de cada escola, para o uso da RE. A organização dos laboratórios podem ser observadas nas Figuras 4.3 e 4.4.



Figura 4.3: Laboratório da EPT antes e após o trabalho de organização

Planejamento das Atividades

Com o planejamento metodológico das atividades com RE, buscamos aplicar conceitos do Construcionismo de Papert [92] e de metodologias de ensino de RE comerciais como a LEGO® Education [46] e Fischertechnik GmbH® [44]. Sistematizamos as atividades em duas fases: **Robótica Autodescoberta** e **Robótica Fundamentada em Computação**; cada



Figura 4.4: Laboratório da ECI antes e após o trabalho de organização

uma com duração de 1º bimestre escolar. Na primeira fase, contemplamos a promoção da autonomia do estudante na interação com materiais robóticos, já a segunda, envolvemos o aprendizado estruturado de robótica com base em fundamentos da computação. Descrevemos a seguir as especificidades de cada fase.

Atividades da Robótica Autodescoberta

Com foco na promoção da autonomia dos estudantes com RE, planejamos as atividades de Robótica Autodescoberta para estimular as habilidades do PC através de sua interação com a materiais robóticos. Com as atividades, buscamos proporcionar aos estudantes o trabalho com saberes oriundos das Ciências como: Física, Matemática, Português, Tecnologia; e a criação de suas próprias soluções robóticas para um dado problema, colocando em prática a criatividade, resolução de problemas, entre outras habilidades.

A escolha dos conceitos das ciências foi norteadada pelo conteúdo programático de Física da 1ª série do EM, de ambas as modalidades, programados para o 2º bimestre escolar. Dessa forma, os professores do componente curricular de Física foram inseridos no processo de planejamento sinalizando os conteúdos indicados e os que poderiam ser contemplados na forma de revisão, bem como aqueles de outras ciências que são base para o aprendizado da Física.

Para tal, planejamos 2 atividades temáticas com carga-horária equivalente a 4 aulas de 1h40min cada. Na organização metodológica das atividades, envolvemos 3 sequências didáticas, são elas:

1. **Contextualização:** Apresentação da problemática, envolvendo os estudantes em discussões, buscando conhecimentos prévios dos estudantes, utilizando recursos audiovisuais, impressos, entre outros;
2. **Aprofundamento:** Conexão dos saberes prévios das ciências com a temática da atividade temática;
3. **Mão na massa:** Construção livre de artefatos com o material de robótica que se relacionem aos conceitos discutidos.

Nos inspiramos em histórias de personagens da indústria de entretenimento televisiva para a elaboração das atividades temáticas, com o objetivo de estreitar o foco de interesse dos estudantes com as propostas didáticas. Detalhamos o planejamento das atividades temáticas a seguir:

1. Atividade Temática 01

- **Tema:** *Wall-e*³ em Ação!
- **Objetivos:** Discutir acerca de robôs autônomos no contexto da sustentabilidade, objetivando instigar no estudante a capacidade de aprender em meio às diversas formas e possibilidades, associando a importância para sua vida.
- **Situação-problema / Desafio:** As equipes devem propor um robô autônomo para ajudar na sustentabilidade. O robô deve ser pensado para se locomover em diversas superfícies de tal forma que supere todos os obstáculos que surjam em sua frente. Para fundamentar a construção do robô, as equipes devem criar uma história que apresente o cenário em que o robô está inserido, especificando quais suas funções, vitórias e riscos, por exemplo.
- **Conteúdo:** Veículo Autônomo, Robô Autônomo, Sustentabilidade, Movimento Retilíneo Uniforme, Movimento Uniformemente Variado, Velocidade e Tempo.
- **Formas de Incentivação:** Inserção ativa do estudante no contexto da aula, sendo requerida a participação durante a contextualização que transcorrerá na condição

³Wall-e é um filme de animação americano lançado em 2008, produzido pela *Pixar Animation Studios* e dirigido por Andrew Stanton.

de uma mesa redonda. Além disso, cada equipe deve construir um robô imerso em um enredo que será apresentado no formato de contação de história no final da aula.

- **Técnicas Didáticas:** Aula dialogada, com prática para a construção de robôs e manipulação dos recursos didáticos (manuais e materiais dos kits robóticos *Fischertechnik*[®]). Construção, escrita e apresentação do enredo para apresentação do robô construído através da contação de história.
- **Recursos Didáticos:** Data Show, Notebook, Kits *Fischertechnik*[®], Materiais impressos, Pincel de Quadro Branco e Apagador.
- **Avaliação:** A avaliação deve ser realizada de maneira contínua e através da produção escrita. Devem ser levados em consideração requisitos de atenção e participação durante a aula. Na produção escrita, devem ser considerados clareza, coerência, coesão, aspectos gramaticais e conteúdo em consonância com o tema abordado.

2. Atividade Temática 02

- **Tema:** O atrito do Irmão do Jorel⁴ em Ação!!
- **Objetivos:** i) Discutir sobre a relação entre dois corpos em movimento e assim entender a dinâmica dos corpos. ii) Apresentar conceitos relacionados ao atrito e como os tipos de superfície influencia no coeficiente de atrito, conseqüentemente relacionar com os tipos de rodas utilizadas em robôs. iii) Trabalhar a habilidade de relacionar conceitos do mundo real com as histórias contadas pela arte. iv) Estimular a disciplina, o trabalho em equipe e a capacidade de oralidade.
- **Situação-problema / Desafio:** As equipes devem propor um robô autônomo, ou seja, que se movimente sozinho através da força da bateria. O *design* do robô é livre e deve possuir mecanismos que o permita se locomover em uma ou mais direções.
- **Conteúdo:** Robô Autônomo, Robô Inteligente, Sensores, Motores, Movimento

⁴Irmão do Jorel é uma série em desenho animado brasileira lançada em 2014, criada por Juliano Enrico e co-produzida pela *Cartoon Network Brasil* e a *Copa Studio*.

Retilíneo Uniforme, Movimento Uniformemente Variado, Velocidade, Tempo e Queda livre.

- **Formas de Incentivação:** Inserção ativa do estudante no contexto da aula, sendo requerida a participação durante a contextualização que transcorrerá na condição de uma mesa redonda. Após, as equipes, devem construir uma proposta de montagem para um robô autônomo considerando seus conhecimentos e a criatividade.
- **Técnicas Didáticas:** Aula dialogada, com prática para a construção de robôs com manipulação dos recursos didáticos (manuais e materiais dos kits robóticos *Fischertechnik*[®]). Construção, escrita e apresentação do enredo para apresentação do robô projetado através da contação de história.
- **Recursos Didáticos:** Data Show, Notebook, Kits *Fischertechnik*[®], Materiais impressos, Pincel de Quadro Branco e Apagador.
- **Avaliação:** A avaliação deve ser realizada de maneira contínua e através da produção escrita. Devem ser levados em consideração requisitos de atenção e participação durante a aula. Na apresentação deve ser considerado postura, informações sobre *design* do robô, conceitos físicos e relações com o contexto da aula.

As atividades temáticas da Robótica Autodescoberta estão disponíveis online⁵ para facilitar o uso em outras escolas e viabilizar a replicação do estudo.

Atividades da Robótica Fundamentada em Computação

Planejamos as atividades de Robótica Fundamentada em Computação para serem ofertados através de aulas que aliam teoria e prática, pois nessa fase o professor além do papel de mediador do conhecimento apresentado por Papert [92], será responsável por “ensinar” conceitos que comumente não fazem parte do programa curricular da EB através da construção e programação de robôs. Assim, pautamos as atividades no aprendizado estruturado de robótica com base em fundamentos da computação e buscando estimular as habilidade do PC através de atividades prática.

A escolha dos conteúdos da Robótica Fundamentada em Computação foi norteadada pelo conteúdo programático para o 2º bimestre escolar do componente Lógica Matemática e de

⁵Repositório das Atividades: https://github.com/isabellelimasouza/PC_Robotica_Dissertacao_Isabelle

Programação da 1ª Série do EM da modalidade Profissional Técnica programados. Dessa forma, o professor do referido componente curricular foi inserido no processo de planejamento para sinalizar os conteúdos indicados e os que poderiam ser contemplados no formato de revisão, bem como aqueles de outras ciências que são base para o aprendizado da Lógica Matemática e de Programação. Além disso, os conteúdos específicos da robótica foram definidos considerando conceitos básicos que poderiam ser trabalhados paralelamente aos de Lógica Matemática e de Programação.

Para tal, planejamos 8 aulas, cada uma com carga-horária equivalente a 1h40min. Na organização metodológica das atividades, contemplamos as seguintes sequências didáticas:

1. **Teórica:** Ensino e discussão sobre conceitos técnicos de robótica e computação de forma unificada;
2. **Mão na massa:** Partindo de uma situação problema, aplicação dos conceitos teóricos através da manipulação de materiais robóticos.

Para cada aula articulamos a união dos conceitos de Robótica e Computação buscando facilitar o entendimento de ambas as áreas e demonstrar que são conectáveis. Detalhamos os conteúdos trabalhados na Robótica Fundamentada em Computação abaixo:

1. Conteúdos de Robótica

- Definindo e conceituando robô e robótica;
- Aplicações da robótica;
- Partes de um robô: mecânica, eletrônica e programação;
- Design de robô.

2. Conteúdos de Computação

- Algoritmo;
- Linguagem de programação;
- Entrada e saída de dados;
- Tipos de dados;
- Variáveis;

- Constantes;
- Expressões lógicas;
- Estruturas de decisões;
- Estruturas de repetição.

As atividades temáticas da Robótica Fundamenta em Computação estão disponíveis online⁶ para facilitar o uso em outras escolas e viabilizar a replicação do estudo.

Definição e Organização dos Instrumentos de Coleta de Dados

De acordo com Creswell [28], o processo de coletar dados é vasto e envolve diversos passos, que podem ser de cunho burocrático, estratégico ou prático. Realizamos a coleta de dados deste estudo de maneira longitudinal e buscamos reunir dados quantitativos e qualitativos relacionados ao desenvolvimento cognitivo de estudantes do EM no decorrer de atividades com RE. Dessa forma, consideramos dados obtidos através da aplicação de *survey*, da prova da competição Bebras, do desempenho obtido nos componentes curriculares, assim como através da observação durante as atividades com RE.

Embora apenas o desenvolvimento cognitivo dos estudantes seja o centro de investigação deste estudo, professores participaram das ações de coleta de dados com o objetivo de fornecer aspectos qualitativos relacionados à evolução dos estudantes nos componentes curriculares. Ao observar aspectos qualitativos, é necessário manter um contato substancial com os participantes investigados [36], assim, considerar a vivência dos professores com os estudantes durante um ano letivo completo, foi primordial para alcançarmos os objetivos deste estudo. Os instrumentos que aplicamos com estudantes e professores neste estudo estão ilustrados na Figura 4.5 e descritos a seguir.

Survey Perfil dos Estudantes

Com o presente instrumento, buscamos inicialmente entender a composição do perfil dos estudantes participantes através de 11 questões subjetivas e objetivas, assim envolvemos quesitos sobre idade, natureza do Ensino Fundamental, repetência escolar, disciplinas

⁶Repositório das Atividades: https://github.com/isabellelimasouza/PC_Robotica_Dissertacao_Isabelle



Figura 4.5: Instrumentos de coleta de dados aplicados

de interesse, contato com informática e robótica. Além disso, com o *survey* do perfil dos estudantes, buscamos explorar os conhecimentos prévios em lógica de programação com 6 questionamentos sobre computação no formato de pseudocódigo que envolveram conceitos de estruturas de repetição e decisão, funções, contadores, vetores, além de atribuições de variáveis e expressões aritméticas.

A construção das questões em pseudocódigo transcorreu em parceria com pesquisadores externos, especialistas em PC que também necessitavam do instrumento em suas pesquisas. Assim, em colaboração, criamos e revisamos questões destinadas a todas as realidades dos pesquisadores envolvidos de tal forma a explorar as habilidades de lógica de programação sem necessariamente exigir conhecimentos de uma linguagem de programação específica. No Código Fonte 4.1 apresentamos um exemplo das questões em pseudocódigo aplicada e o *survey* completo pode ser apreciado no Apêndice A.

Código Fonte 4.1: Exemplo das questões em pseudocódigo aplicadas

```

1 Qual o resultado de numAtual?
2
3 numAtual = 10;
4 contador = 5;
5 INICIO
6     PARA contador = 5 ate 0 REPETIR
7         SE (contador / 2) = 0 ENTAO
8             numAtual = numAtual + 20
9         SENAO
10            numAtual = numAtual + 10
11        FIMSE
12    FIMPARA
13    IMPRIMA ( ' numAtual = ' numAtual )
14 FIM

```

Prova Bebras: Pós-Testes

Utilizamos a prova do Bebras como instrumento para obter dados relacionados às habilidades do PC antes, durante e após as atividades com RE. Nesse caso, consideramos a prova aplicada no Reino Unido em 2015, a qual contempla 16 questões direcionadas pela Comunidade Bebras ao público com idade acima de 13 anos. Traduzimos as questões para o português, pois a competição Bebras, até o ano de 2018, não era aplicada oficialmente no Brasil. Realizamos o trabalho de tradução com apoio de colaboradores externos que auxiliaram na revisão do conteúdo traduzido. Apresentamos na Figura 4.6 uma das questões da Prova do Bebras⁷.

Como este estudo buscamos verificar as habilidades do PC longitudinalmente, assim aplicamos a prova do Bebras repetidamente em momentos diferentes ao longo das atividades com RE. Dessa forma, assim reapplicamos 2 vezes nos grupos controle e experimental em momentos chamados de: Pós-Teste I e Pós-Teste II. Como a realidade local das escolas onde essa pesquisa foi conduzida é diferente da realidade das escolas onde o Bebras é oficialmente aplicado, ajustamos o tempo de realização da prova para 1h40min. Além disso, para o processo de correção estabelecemos considerar apenas a atribuição de 1 ponto para cada questão respondida corretamente, 0 ponto para errada e para as sem respostas o valor “NA”. Para a correção, definimos que os pontos obtidos devem ser somados, formando um *score* de pontuação que serão armazenados em uma planilha eletrônica. Para minimizar erros humanos, definimos que após o armazenamento dos dados será necessária uma checagem dos dados.

Desempenho nos Componentes Curriculares

Consideramos as médias bimestrais e anuais construídas pelos estudantes nos componentes curriculares, para analisar as competências específicas relacionadas aos componentes curriculares cursados na 1^a Série do EM. A construção desses dados foi de responsabilidade do professor de cada componente curricular que acompanhou as turmas durante o ano de 2018. Assim, os aspectos avaliados foram estipulados e aplicados por pessoas externas ao presente estudo, seguindo as especificações do Projeto Político Pedagógico das escolas

⁷A Prova do Bebras está disponível na íntegra para apreciação no repositório: https://github.com/isabellelimasouza/PC_Robotica_Dissertacao_Isabelle

05 - Jogue os dados

Depois da escola, os jovens castores costumam brincar juntos.

Para evitar brigas, eles escolhem o local onde irão brincar jogando um dado com os lados de 1 a 6



A decisão é feita de acordo com as seguintes regras:

1	SE	A primeira jogada é maior que a segunda jogada
2	ENTÃO	Vamos brincar na mata
3	SENÃO	
4	SE	A terceira jogada é menor que a segunda jogada
5	ENTÃO	Vamos brincar no rio
6	SENÃO	Vamos brincar na área de esporte

Questão:

Qual a sequência de jogadas que mandará os jovens castores para a **área de esporte**?

- A) Primeira jogada , segunda jogada , terceira jogada .
- B) Primeira jogada , segunda jogada , terceira jogada .
- C) Primeira jogada , segunda jogada , terceira jogada .
- D) Primeira jogada , segunda jogada , terceira jogada .

Figura 4.6: Questão da prova do Bebras

estaduais da Paraíba.

Para a análise, agrupamos os componentes curriculares, tanto os relacionados a BNCC quanto os da Parte Diversificada, e associamos o desempenho dos alunos a cada um desses grupos. Agrupamos os componentes curriculares relacionadas a BNCC por área do conhecimento, enquanto aqueles relacionados à parte diversificada, agrupamos de acordo com as especificações da matriz curricular de cada modalidade do EM exploradas nesta pesquisa. O agrupamento dos componentes curriculares da 1ª Série do EM, conforme as especificações do tipo de EM, estão descritos na Tabela 4.4.

Extraímos os dados do sistema de controle escolar disponibilizado pelas escolas parti-

Tipo do EM	Grupo	Componente Curricular
EM Regular Integral / EM Técnico em Informática	Linguagens e suas Tecnologias	Língua Portuguesa
		Arte
		Educação Física
		Língua Estrangeira (Inglês)
		Língua Estrangeira (Espanhol)
	Ciências Humanas e Sociais Aplicadas	História
		Geografia
		Filosofia
		Sociologia
	Ciências da Natureza e suas Tecnologias	Química
		Física
		Biologia
	Matemática e suas Tecnologias	Matemática
EM Regular Integral	Parte Diversificada	Projeto de Vida
		Orientação de Estudo
		Práticas Experimentais
		Disciplinas
EM Técnico em Informática	Formação para o Trabalho	Ética Profissional e Relações Interpessoais
		Segurança e Higiene do Trabalho
	Formação Profissional	Introdução a Informática e Arquitetura de Hardware
		Inteligência Artificial
		Sistemas Operacionais
		Lógica Matemática e de Programação
		Linguagem de Programação

Tabela 4.4: Agrupamentos dos componentes curriculares para análise

cipantes. Neste estudo, consideramos o desempenho médio de cada agrupamento em momentos sincronizados com as atividades com RE. Organizamos os dados coletados em uma planilha eletrônica. Para minimizar erros humanos, definimos que após o armazenamento dos dados será necessária uma checagem dos dados. Especificamos os dados considerados abaixo:

- **Média do 2º Bimestre:** Considerada para registrar a evolução do PC dos estudantes após a realização das atividades de robótica autodescobertas nos agrupamentos dos componentes curriculares.
- **Média do 3º Bimestre:** Considerada para registrar a evolução do PC dos estudantes após a realização das atividades de robótica fundamentada em computação nos agrupamentos dos componentes curriculares.
- **Média Anual:** Considerada para registrar o estado final dos estudantes após a realização das atividades com RE nos agrupamentos dos componentes curriculares.

Observações

Segundo Merriam [93], observar é uma estratégia para a coleta de dados que permite o entendimento de particularidades do cenário analisado. Dessa forma, o pesquisado é capaz de perceber aspectos comportamentais dos participantes que podem ser importantes para uma compreensão mais ampla do contexto. Assim, no decorrer das atividades com os estudantes participantes deste estudo, realizamos observações acerca das ações comportamentais dos participantes, as quais eram diariamente registradas em um Diário de Bordo, conforme exemplificado na Tabela 4.5.

Efetivamos as observações no decorrer das atividades com RE, na aplicação dos *survey* e na realização da Prova do Bebras no Pós-Teste I e Pós-Teste II. Para isso, concentramos as observações individualmente por estudante e em grupo conforme disposto na Tabela 4.6.

Survey dos Professores

Com o *survey* direcionado aos professores dos componentes curriculares, inicialmente buscamos entender a percepção que os docentes têm em relação à RE e os possíveis contatos com a RE que os mesmos tiveram ao longo de sua carreira docente. Na primeira parte do *survey* contemplamos 10 questões subjetivas e objetivas envolvendo quesitos sobre a disciplina

<p>Data: 22/05/2018</p> <p>Total de alunos presentes: 20</p> <p>Total de alunos faltosos: 8</p> <p>Duração da aula: 1h45min</p>
<p>Na aula, foi dada continuidade a Atividade 01, onde os estudantes construíram suas primeiras montagens. Para iniciar as discussões e apresentação das produções das equipes, foi discutido sobre design de robôs, contação de história e o estilo de escrita narrativo. Na conversa, alguns alunos destacaram que design de robôs seria o desenho no papel do robô, ideias que muitos têm sobre a função. Com os estudantes organizados em grupos, conforme formação da aula passada, foram destacadas quais dificuldades enfrentaram durante a montagem de seus robôs. Foram discutido pelos estudantes que não conseguiram ter criatividade, que mesmo tendo um plano de design de robô formado, a falta de conhecimento com o material dificulta a efetivação da montagem. Em seguida, cada equipe apresentou sua contação de história e discutimos se a produção era uma narração ou descrição.</p> <p>Foi falado sobre robôs autônomos e inteligentes, as principais diferenças entre os dois e como os robôs inteligentes sentem o mundo através dos sensores e como os autônomos se locomovem. Os alunos interagiram, destacando que o sensor ultrassônico é similar as caixas de som, mas a afirmação veio pelo formato do dispositivo e não pela explanação do funcionamento. Com isso, foram formadas novas equipes de 4 alunos e as mesmas tinham a missão de melhorar as montagens passadas propondo robôs que se movimentem sozinhos. As equipes se mostraram mais ativas, mais familiarizadas com os materiais e consequentemente conseguiram formular montagens mais robustas e tecnológicas.</p>

Tabela 4.5: Recorte dos registros de observação do Diário de Bordo

Aspecto	Indicativo de Observação
Gerais	Data
	Duração da aula
	Quantidade de alunos presentes
	Registro de presença
Aula	Ocorreram problemas técnicos que impossibilitou o início ou o término da aula?
	Qual a sequência didática da aula?
	Qual a metodologia didática aplicada?
	Como a interdisciplinaridade foi contemplada?
	Quais as formas motivacionais utilizadas?
	Quais recursos foram utilizados?
	Qual o papel do aluno?
	Qual o papel do professor?
Comportamentais	Os estudantes se atrasam?
	Os estudantes permanecem em sala de aula?
	Os estudantes fazem perguntas?
	Os estudantes trabalham em equipe?
	Os estudantes realizam as atividades propostas?
	Os estudantes mantêm foco na aula?
Complementares	Quais informações complementares devem ser acrescentadas?

Tabela 4.6: Aspectos observacionais

que leciona, opinião sobre o uso de tecnologias em sala de aula, contato com RE e como o professor enxerga a relação de seu componente curricular com a RE.

Em seguida, buscamos entender como os professores avaliam os aspectos comportamentais relacionados à participação, argumentação e aprendizagem que os estudantes efetivaram nos componentes curriculares ao longo do ano letivo de 2018. Essas informações foram consideradas para complementar o entendimento do impacto que as atividades com RE causaram no desenvolvimento dos estudantes. Por se tratarem de aspectos comportamentais, faz-se necessário considerar observações da vivência diária dos professores com os estudantes, fatores que não podem ser constatados em momentos pontuais. De acordo com Musante *et al.* [65], para entender aspectos explícitos e tácitos de um grupo de pessoas, é necessário acompanhá-los diariamente durante a realização de atividades, rituais e interações. Nessa circunstância, exploramos a opinião dos professores quanto a aspectos relacionados à participação, argumentação e aprendizagem dos estudantes dos grupos experimental e controle com 4 questionamentos estruturado na escala *Likert*. O *survey* dos Professores pode ser apreciado em sua completude no Apêndice B.

Seleção dos Participantes

Os participantes deste estudo foram estudantes e professores da 1ª Série do EM de duas escolas do estado da Paraíba. A EPT dispunha de apenas 2 turmas de 1ª Série, assim incluímos ambas as turmas no estudo, entretanto, a ECI possuía 5 turmas, dessa forma, selecionamos, dentre elas, as 2 turmas com maior grau de homogeneidade.

Baseamos a seleção das turmas da ECI em 3 critérios, a saber: quantitativo de estudantes, média de acertos nas questões sobre computação, índices de repetência e não repetência (ver Figura 4.7); obtidos com o *survey* de perfil aplicado entre os dias 02 e 06 de abril de 2018. Participaram do *survey* os estudantes regularmente matriculados na 1ª Série do EM e que se faziam presentes no dia de sua aplicação.

Selecionamos as 2 turmas da ECI que apresentaram menor diferença absoluta entre os critérios na seguinte ordem de prioridade:

1. Quantidade de estudantes;
2. Média de acertos;

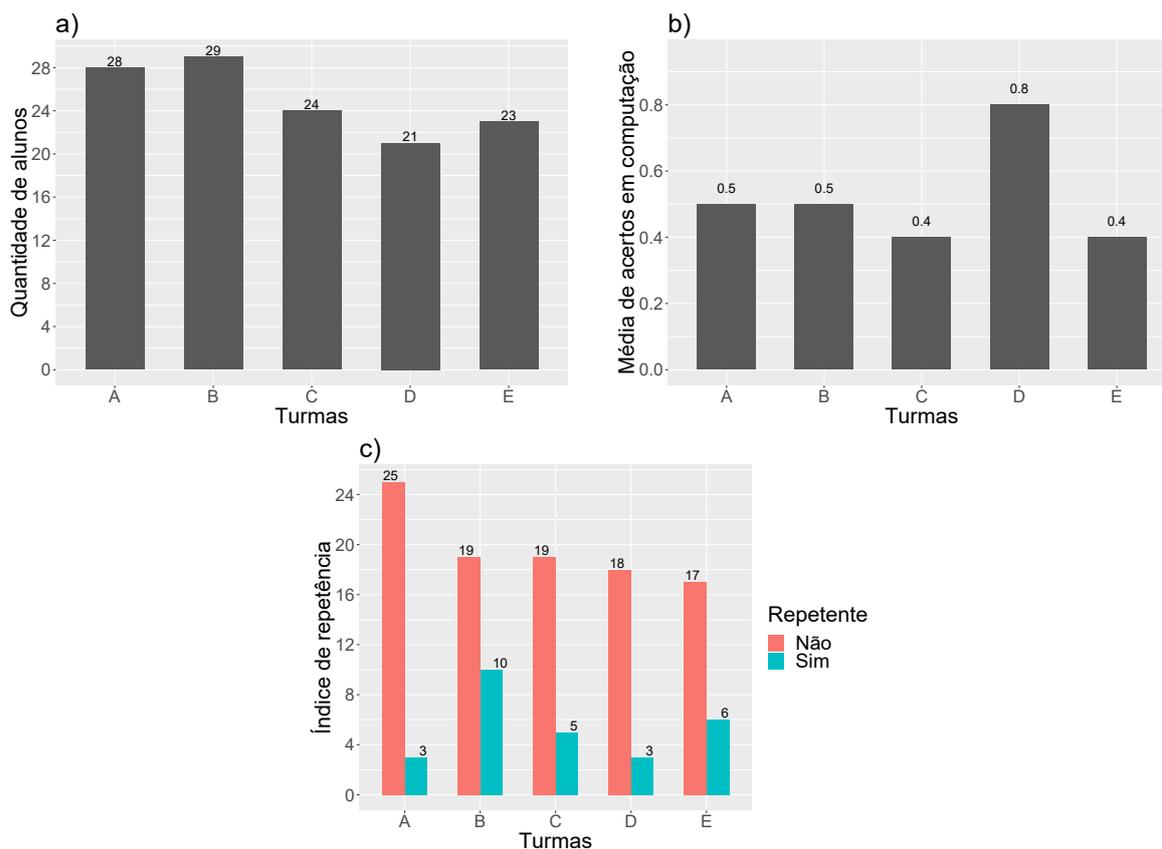


Figura 4.7: a) Quantitativo de alunos por turma da ECI em valor absoluto; b) Média de acerto nas questões de computação por turma da ECI; c) Índice de repetência por turma da ECI.

3. Quantidade de novatos;
4. Quantidade de repetentes.

Verificamos a menor diferença absoluta do critério de quantidade de estudantes entre as turmas “Turma A” e “Turma B”, assim como entre as turmas “Turma C” e “E”, ambas com 1 estudante de diferença. No critério de média de acertos, novamente foi verificado a menor diferença entre as “Turma A” e “Turma B” e entre as turmas “Turma C” e “Turma E”, ambas com valor médio igual a 0. As turmas “Turma A” e “Turma D” demonstraram menor diferença na quantidade de estudantes novatos e as turmas “Turma B” e “Turma C” na diferença da quantidade de estudantes repetentes. Assim, considerando a ordem de prioridade, as turmas “Turma C” e “Turma E” foram selecionadas na ECI por apresentarem menores diferenças absolutas nos critérios de quantidade de novatos e de repetentes quando comparados às diferenças das turmas “Turma A” e “Turma B”, turmas que também demonstraram os

mesmos valores de diferença nos 2 primeiros critérios. Os dados detalhados das diferenças absolutas entre os critérios das turmas estão dispostos detalhadamente na Tabela 4.7.

Turmas	Dif. qnt. Estudantes	Dif. méd. Acertos	Dif. qnt. Novatos	Dif. qnt. Repetentes
Turma A - Turma B	1	0	7	6
Turma A - Turma C	4	0,1	2	6
Turma A - Turma D	7	0,3	0	7
Turma A - Turma E	5	0,1	3	8
Turma B - Turma C	5	0,1	5	0
Turma B - Turma D	8	0,3	7	1
Turma B - Turma E	6	0,1	4	2
Turma C - Turma D	3	0,4	2	1
Turma C - Turma E	1	0	1	2
Turma D - Turma E	2	0,4	3	1

Tabela 4.7: Diferença absoluta entre os critérios das turmas da ECI

Em ambas escolas, compomos a amostra de estudantes considerada apenas por aqueles que obrigatoriamente responderam ao *survey* de perfil, o pré-teste, pelo menos 1 dos pós-testes e que participaram das atividades com RE. A escolha dos estudantes que compuseram o grupo experimental foi realizada considerando a turma que dispunha de 2 aulas seguidas no componente curricular “Lógica Matemática e de Programação” na EPT e em “Física” na ECI. No caso, a outra turma foi tratada como grupo de controle. Dessa forma, definimos os grupos de estudantes por conveniência para facilitar a realização das atividades com RE.

Por conseguinte, todos os professores, que lecionavam os componentes curriculares nas turmas experimental e controle de ambas as escolas, foram selecionados como participantes deste estudo para proverem suas interpretações de aspectos comportamentais dos estudantes que foram construídas ao longo do ano letivo de 2018.

4.3.2 Execução da Robótica Autodescoberta

Com foco na promoção da autonomia dos alunos, a **Robótica Autodescoberta** buscou estimular as habilidades do PC através da interação orientada com a RE. As atividades contemplaram conceitos das ciências como Física, Matemática, Português e Computação. através da criação de soluções robóticas autorais para um dado problema.

Realizamos as atividades da Robótica Autodescoberta durante o 2º bimestre, no período de 18 de abril a 22 junho de 2018, respeitando os eventos do calendário interno de cada escola. Durante esta fase, oferecemos aulas de intervenção com RE e coleta longitudinal de dados, na seguinte ordem cronológica:

- **De 24 de abril a 12 de junho:** Oferta de 2 aulas de intervenção semanais para os estudantes participantes do grupo experimental;
- **De 16 a 20 de julho:** Coleta de dados com aplicação do pós-teste I (prova Bebras) para registrar as habilidades do PC dos estudantes participantes dos grupos de controle e experimental;
- **De 20 a 31 de julho:** Coleta de dados com catalogação das médias do 2º bimestre para registrar o desempenho dos estudantes participantes dos grupos de controle e experimental nos componentes curriculares.

Embora tenhamos realizado as atividades de Robótica Autodescoberta apenas no grupo experimental, coletamos os dados da prova Bebras e do desempenho nos componentes curriculares de ambos os grupos com o objetivo de analisar se existe distinção entre os dois grupos, pois o único fator que os diferenciaram foi a inserção da RE no processo de ensino.

Com as atividades de Robótica Autodescoberta, os estudantes do grupo experimental passaram a conhecer os componentes dos materiais de robótica das escolas através de um processo metodológico baseado em conceitos das ciências. Dessa forma, os estudantes cooperaram entre si buscando solucionar problemas propostos, planejando, construindo e evoluindo seus projetos robóticos. A Figura 4.8 ilustra as produções dos estudantes ao longo das atividades de Robótica Autodescoberta.

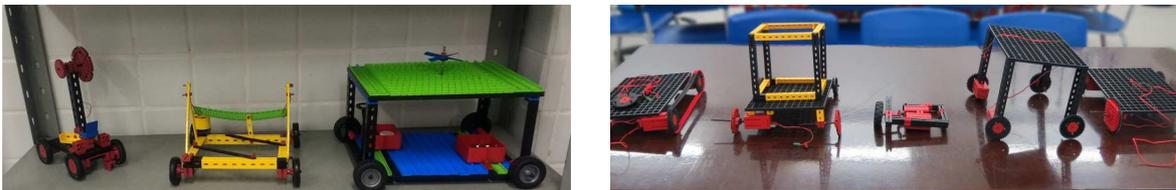


Figura 4.8: Projetos dos estudantes produzidos durante a Robótica Autodescoberta

Durante as atividades de Robótica Autodescoberta, os estudantes analisaram como robôs conseguem se locomover realizando curvas e tomando decisões. Embora os estudantes tenham demonstrado dificuldades em consolidar projetos robóticos rebuscados, foi possível efetivar correlações entre os artefatos construídos com conceitos da Física estudados no EM, como: Movimento, Força dos Ímãs, Gravidade, Queda Livre, Velocidade, Tempo, Aceleração, dentre outros. Além disso, exercitaram a construção e contação de histórias com a escrita e apresentação de uma produção escrita como forma de justificar a estrutura de suas construções robóticas. Na Figura 4.9 é possível apreciar um texto construído pelos estudantes durante as atividades de Robótica Autodescoberta.

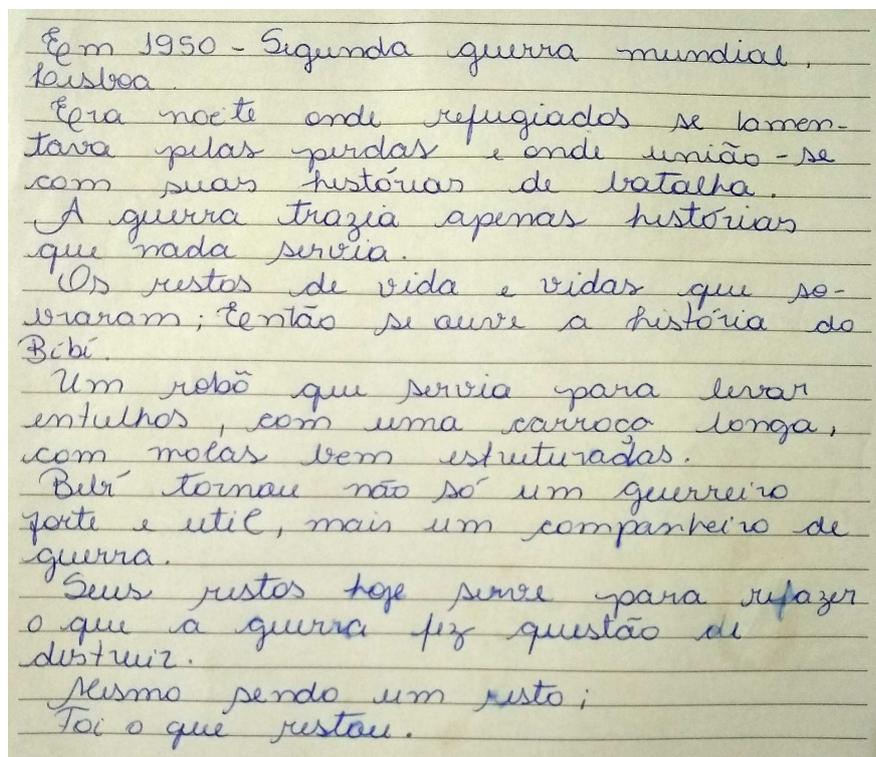


Figura 4.9: História construída pelos estudantes durante as atividades de Robótica Autodescoberta

Executamos as atividades da Robótica Autodescoberta em paralelo nos laboratórios de robótica de ambas as escolas, respeitando as normas e os calendários internos. Na EPT realizamos as aulas no componente curricular de Lógica Matemática e de Programação, pois embora os conteúdos não estivessem totalmente alinhados com sua ementa de curso, a escola necessitava de ações para preencher os horários do componente curricular. Na ECI

realizamos as aulas no componente curricular de Física, pois sua ementa de curso estava alinhada com os conteúdos vivenciados nas atividades.

4.3.3 Execução da Robótica Fundamentada em Computação

A Robótica Fundamentada em Computação, por sua vez, buscou estimular as habilidades do PC através de atividades práticas com o objetivo de aplicar conceitos da computação através da RE. Nessa etapa, os estudantes trabalharam com conceitos como algoritmo, raciocínio lógico e matemático, programação, entre outros conceitos relacionados à computação aplicados ao contexto da robótica

Executamos as atividades da Robótica Fundamentada em Computação durante o 3º bimestre, no período de 22 de julho a 26 de setembro de 2018, respeitando os eventos do calendário interno de cada escola. Durante esta fase, ocorreram aulas de intervenção com RE e coleta longitudinal de dados, na seguinte ordem cronológica:

- **De 24 de julho a 18 de setembro:** Oferta de 2 aulas de intervenção semanais para os estudantes participantes do grupo experimental;
- **De 24 a 26 de setembro:** Coleta de dados com aplicação do pós-teste II (prova Bebras) para registrar as habilidades do PC dos estudantes participantes dos grupos de controle e experimental;
- **De 20 a 31 de dezembro:** Coleta de dados com catalogação das médias do 3º bimestre para registrar o desempenho dos estudantes participantes dos grupos de controle e experimental nos componentes curriculares.

Embora as atividades de Robótica Fundamentada em Computação tenham sido realizadas apenas no grupo experimental, coletamos dados da prova Bebras e do desempenho nos componentes curriculares de ambos os grupos com o objetivo de analisar se existe distinção entre os dois grupos, pois o único fator que os diferenciaram foi a inserção da RE no processo de ensino.

Com as atividades de Robótica Fundamentada em Computação, os estudantes do grupo experimental estudaram sobre as partes de um robô, como elas mecanicamente funcionam e a importância de cada uma para o funcionamento de um robô inteligente. Em paralelo aos

conceitos oriundos da robótica, os conteúdos da computação foram explorados e aplicados para dar sentido à construção dos projetos robóticos. No decorrer das atividades, os estudantes trabalharam a relação do deslocamento de robôs com algoritmo e lógica de programação, assim como o conceito de tipos de dados a partir dos componentes de entrada (sensores) e saída (motores, sonorizadores, etc) de robótica. Para a realização das atividades práticas, os estudantes foram organizados em grupos, com isso cooperaram entre si, em busca de solucionar os problemas propostos, aplicando os conceitos estudados, planejando, construindo e evoluindo seus projetos robóticos fundamentando-se na computação. Além de ajudar na colaboratividade, a organização dos estudantes em grupos foi necessária devido a limitação no quantitativo dos materiais de robótica disponíveis nas escolas.

A Figura 4.10 ilustra uma atividade aplicada que tinha como objetivo exercitar a construção de algoritmos em linguagem natural e, refletir sobre a estrutura física necessária para que o robô executasse o algoritmo construído pelos estudantes. Logo após, é possível observar duas soluções algorítmicas propostas pelos estudantes.

Executamos as atividades da Robótica Fundamentada em Computação em paralelo nos laboratórios de robótica de ambas as escolas, respeitando as normas e os calendários internos. Na EPT realizamos as aulas no componente curricular de Lógica Matemática e de Programação, pois sua ementa de curso estava alinhada com os conteúdos vivenciados nas atividades. Na ECI, como os conteúdos contemplados nesta fase não fazem do programa do curso do EM Regular, realizamos as aulas em espaços de diversos componentes curriculares, cedidos aleatoriamente pelos professores para que nenhum componente fosse seriamente prejudicado.

4.3.4 Aplicação do *Survey* com Professores

Com *survey* direcionado aos professores dos componentes curriculares buscamos entender a percepção que os docentes têm em relação à RE e os possíveis contatos que os mesmos tiveram ao longo de sua carreira com a RE, além de explorarmos a interpretação de aspectos comportamentais dos estudantes, sob a perspectiva dos professores, ao longo do ano letivo de 2018.

Aplicamos o *survey* paralelamente em ambas as escolas após a realização das atividades de Robótica Autodescoberta e de Robótica Fundamentada em Computação, durante o pe-

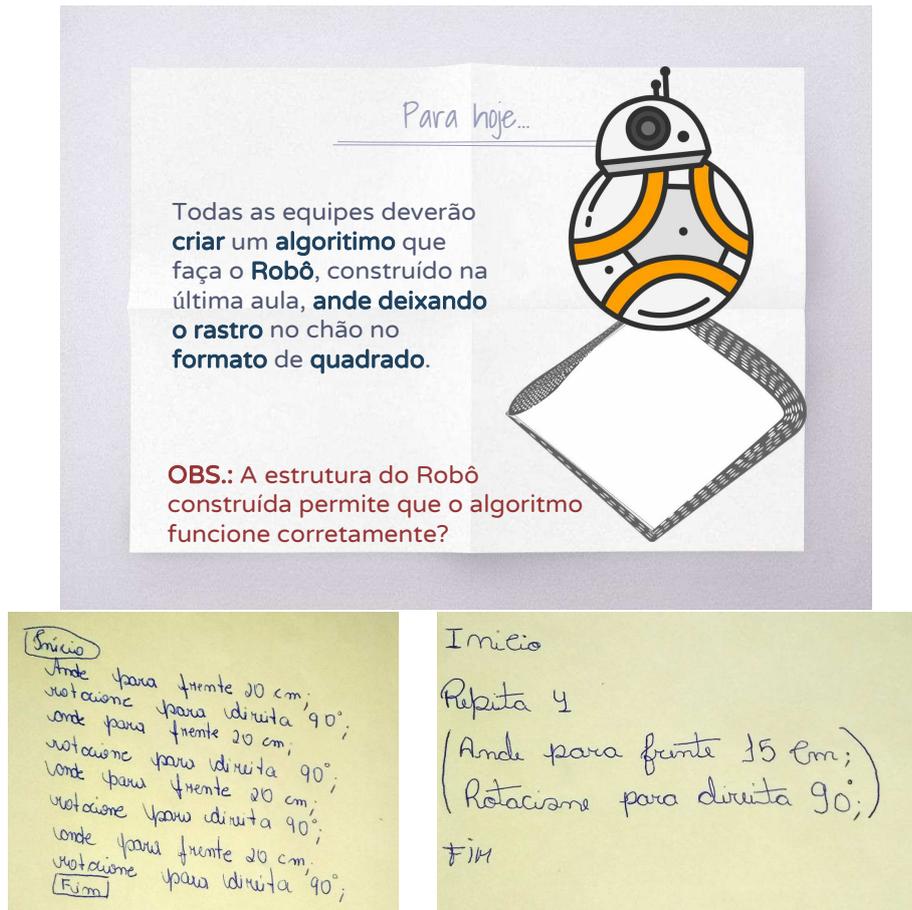


Figura 4.10: Atividade e soluções algorítmicas propostas pelos estudantes

ríodo de 12 de novembro a 14 de dezembro de 2018. Realizamos a aplicação na sala dos professores, de forma presencial e individual. Para tal, esclarecemos cada professor participante sobre os objetivos do *survey* e os procedimentos necessários para respondê-lo. Para os componentes curriculares lecionados nos grupos experimental e controle por um único professor, apenas um único *survey* foi respondido. No entanto, para aqueles que possuam professores distintos em cada grupo de estudantes, o *survey* foi respondido por cada professor.

4.3.5 Procedimentos para Análise dos Dados

Segmentamos o processo de análise em dois aspectos. O primeiro objetivou identificar quantitativamente os impactos que a inserção da RE causou nas habilidades do PC e na aprendizagem dos componentes curriculares de estudantes da 1ª Série do EM nas modalidades

Profissional Técnica e Regular Integral. O segundo objetivou identificar a percepção dos professores de aspectos comportamentais dos estudantes nos componentes curriculares cursados em 2018, elementos complementares para o entendimento do impacto que as atividades com RE causaram no desenvolvimento dos estudantes nos respectivos componentes curriculares.

Para a análise estatística, organizamos os dados dos estudantes de forma a prover uma observação longitudinal e geral dos impactos causados ao longo das intervenções deste estudo. Dessa forma, consideramos 3 recortes dos dados (ver Tabela 4.8) para a análise, a saber: Fase 01 - Robótica Autodescoberta; Fase 02 - Robótica Fundamentada em Computação; e Fase 03 - Desempenho Final.

Aspectos Avaliativos	Fase 01: Robótica Autodescoberta	Fase 02: Robótica Fundamentada em Computação	Fase 03: Desempenho Final
Pensamento Computacional (Bebras)	Pós-Teste I	Pós-Teste II	Pós-Teste II
Componentes Curriculares	Média do 2º Bimestre	Média do 3º Bimestre	Média Anual

Tabela 4.8: Recortes dos dados para a análise

Na análise estatística dos dados, utilizamos a linguagem de programação R e o *software RStudio* que favoreceu a aplicação de testes de hipótese para avaliar respectivamente a normalidade e homocedasticidade dos dados, critérios padrões para a escolha de testes estatísticos adequados para a análise de cada cenário. A estatística oferece suporte à análise de dados com os testes de hipóteses paramétricos e não paramétricos de acordo com a parametrização. Os testes de hipóteses paramétricos exigem a satisfação dos pressupostos de normalidade (a amostra deve ser proveniente de uma população com distribuição normal); homocedasticidade ou homogeneidade (a amostra deve possuir igualdade da variância nos grupos avaliados); e continuidade e igualdade dos intervalos. Os testes não paramétricos por sua vez, exigem menos pressupostos para sua aplicação, sendo uma alternativa para os casos em que os pressupostos paramétricos não são atendidos. Além disso, os testes não paramétricos são indicados para amostras muito pequenas e para análises que envolvam hipóteses cujas medidas sejam ordinais.

Para verificar a normalidade dos dados, considerando os recortes de análise (ver Tabela 4.8), utilizamos o teste de *Shapiro-Wilk*, e por sua vez, para verificar a homocedasticidade

empregamos o teste de *Levene*. Os resultados obtidos evidenciaram que nem todos os dados dos recortes de análise atendiam os pressupostos de normalidade e homocedasticidade em sua completude, dessa forma identificamos a necessidade de aplicar testes estatísticos independentes à parametrização dos dados.

Portanto, para avaliar se há diferença significativa entre o desempenho em PC de estudantes dos grupos experimental e controle, através do resultado obtido na prova do Bebras bem como nos componentes curriculares da 1ª Série do EM, escolhemos o teste de hipótese não paramétrico *Mann-Whitney (Teste-U)*. Para calcular e analisar o efeito da RE sob as habilidades do PC e o desempenho nos componentes curriculares dos estudantes, utilizamos o índice de tamanho de efeito *d* de Cohen [69]. Consideramos ainda o teste de Correlação de *Spearman (r)* para analisar a correlação existente entre os desempenhos de estudantes em PC e nos componentes curriculares [1]. Para realização dos testes, consideramos um nível de confiança de 95% e significância estatística $\alpha = 0,05$. Por fim, para análise dos aspectos comportamentais extraídos do *survey* dos professores, realizamos de forma exploratória através de gráficos ilustrativos dos dados na escala *Likert*.

4.4 Considerações Éticas

Por envolver seres humanos, este estudo cumpriu com os trâmites estabelecidos pela resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Dessa forma, registramos a proposta desta pesquisa na Plataforma Brasil pelo número CAAE 90723918.5.0000.5182. Antes de iniciar as atividades estabelecidas, esclarecemos às escolas participantes das ações que seriam realizadas, cada Diretor Escolar leu e assinou o Termo de Anuência, que pode ser consultado no Apêndice C. Da mesma forma, antes de iniciar as atividades com RE e a coleta de dados, para os estudantes menores de 18 anos, cada responsável legal leu e assinou o Termo de Assentimento, que pode ser apreciado no Apêndice D. Os estudantes maiores de 18 anos e professores participantes deste estudo, leram e assinaram o termo de Consentimento Livre e Esclarecido, que pode ser verificado no Apêndice E. Para salvaguardar critérios éticos, tratamos todos dados anonimamente. Como será verificado, construímos o texto desta dissertação com elementos nominativos que impossibilitam a identificação das escolas, turmas, estudantes e professores participantes e, dessa forma, buscamos assegurar a confidencialidade das

informações.

4.5 Conclusão do Capítulo

Neste Capítulo, apresentamos o arcabouço metodológico utilizado tanto no processo de pesquisa aplicada, quanto na concepção e aplicação das atividades com RE. Para isso, foi descrito o contexto de aplicação do estudo nas EPT e ECI do Governo da Paraíba, destacando suas similaridades e diferenças, bem como o projeto *Brink Robótica* que viabilizou a disponibilização dos materiais de RE utilizados neste estudo.

Descrevemos ainda nosso método de pesquisa-intervenção aplicada, a organização dos grupos de estudantes, bem como as questões de pesquisas e hipóteses que buscamos responder com o estudo. De forma sistematizada e descritiva, definimos e descrevemos a execução das fases da pesquisa demonstrando artefatos produzidos ao longo de cada etapa.

Por fim, descrevemos os procedimentos e ferramentas utilizadas no processo de análise estatísticas dos dados e as considerações éticas que foram aplicadas para a aplicação dessa pesquisa de dissertação.

Capítulo 5

Avaliação dos Efeitos do Ensino com Robótica no Curso Técnico em Informática de Nível Médio

Neste Capítulo, apresentamos um estudo aplicado na 1ª Série do curso Técnico em Informática de nível médio que teve por objetivo estimular o desenvolvimento das habilidades relacionadas ao PC no decorrer de atividades com RE, bem como identificar suas relações com o aprendizado das ciências do currículo. Para isso, buscamos responder as seguintes questões de pesquisa: **Q1:** *Qual o impacto que a introdução da RE no EM causa no desenvolvimento do PC?* **Q2:** *Qual o impacto que a introdução da RE no EM causa no aprendizado dos componentes curriculares?* Dessa forma, aplicamos uma pesquisa ação, pois envolveu a identificação de uma dificuldade real, o apoio de professores, a apresentação de soluções, a proposição e execução de intervenções e ao final, o julgamento dos resultados obtidos após a intervenção [69].

Para composição do *design* deste estudo, selecionamos uma amostra de estudantes e professores da 1ª Série do EM uma EPT do governo da Paraíba localizada na cidade de Campina Grande, seguindo as etapas metodológicas descritas no Capítulo 4.

Para análise, organizamos os estudantes em grupos de controle e experimental, onde o grupo de controle foi composto por estudantes da 1ª Série que não tiveram contato com RE, já o grupo experimental, por estudantes da 1ª Série que tiveram contato com RE ao longo do ano letivo de 2018.

5.1 Especificidades do Contexto

Realizamos este estudo no contexto de um curso Técnico em Informática de nível médio, por conseguinte, ambos os grupos de estudantes participantes, de controle e experimental, vivenciaram ao longo do ano letivo de 2018 o estudo de componentes curriculares oriundos da CC, não obstante, apenas o grupo experimental utilizou a RE. As atividades com RE transcorreram inseridas no componente curricular de Lógica Matemática e de Programação seguindo os mesmos conteúdos especificados no programa de curso da escola, com isso, buscou-se garantir que ambos os grupos de estudantes (de controle e experimental) tivessem acesso aos mesmos conteúdos simultaneamente.

Seguindo uma solicitação da direção escolar, o estudo foi inserido no programa do curso como obrigatório, dessa forma, incorporamos todos os estudantes devidamente matriculados nos grupos de controle e experimental, entretanto, para a análise dos dados, consideramos apenas os que participaram de todas as atividades (provas do Brebas, *survey* e/ou aulas de intervenções) conforme definido em cada recorte de análise, e que atenderam aos critérios éticos estabelecidos para esta pesquisa apresentados no Capítulo 4.

Como ocorreu de forma obrigatória nos componentes curriculares de Lógica Matemática e de Programação, conduzimos as atividades em parceria com o professor titular do mesmo. No grupo experimental, os conteúdos trabalhados foram devidamente avaliados seguindo os critérios estabelecidos pelo professor titular e o desempenho obtido pelos estudantes foi atribuído ao componente curricular de acordo com o calendário de avaliação escolar.

5.2 Amostra e Coleta de Dados

Neste estudo, consideramos uma amostra composta por 36 estudantes e 18 professores da 1ª Série do curso Técnico em Informática de nível médio de uma EPT do governo da Paraíba, localizada na cidade de Campina Grande. Para análise, organizamos os estudantes em dois grupos (de controle e experimental) sendo a distribuição de estudantes de 44,4% (16) do grupo de controle e 55,6% (20) do grupo experimental (ver Tabela 5.1). O grupo de controle foi composto por estudantes da 1ª Série que não tiveram contato com RE, já o grupo experimental, foi organizado por estudantes da 1ª Série que tiveram contato com RE ao longo do

ano letivo 2018.

Grupo	Amostra	Universo
Controle	16	19
Experimental	20	23
Total	36	42

Tabela 5.1: Caracterização dos grupos de estudantes

Com o objetivo de examinar a representatividade da amostra de estudantes participantes, aplicamos o cálculo amostral (5.1), onde n = amostra calculada, N = população, Z = variável normal padronizada associada ao nível de confiança, p = verdadeira probabilidade do evento e e = erro amostral. Nesse caso, a população era de 42 estudantes da 1ª Série do curso Técnico em Informática de nível médio.

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{Z^2 \cdot p \cdot (1 - p) + e^2 \cdot (N - 1)} \quad (5.1)$$

Verificamos que a amostra considerada representa a população de estudantes com erro amostral (diferença entre número estimado e número real) de 6,25% com 95% de confiança (probabilidade de que o erro amostral efetivo seja menor que o erro amostral admitido).

Realizamos a coleta de dados longitudinalmente entre os meses de abril e dezembro de 2018 e buscamos reunir dados quantitativos e qualitativos relacionados ao desenvolvimento cognitivo de estudantes do EM no decorrer de atividades com RE. Dessa forma, consideramos dados obtidos dos estudantes através da aplicação de *survey*, de prova da competição Bebras e do desempenho obtido nos componentes curriculares, conforme detalhado na Subseção 4.3.1 do Capítulo 4. Em complemento, aplicamos um *survey* com os professores, com o objetivo de entender a percepção que os docentes têm em relação à RE e os possíveis contatos com a RE que os mesmos tiveram ao longo de sua carreira, além de explorar a interpretação de aspectos comportamentais dos estudantes que os professores construíram ao longo do ano letivo de 2018.

5.3 Perfil dos Participantes

Embora apenas o desenvolvimento cognitivo dos estudantes seja o foco da investigação deste estudo, professores participaram das ações de coleta de dados com objetivo de prover aspectos qualitativos relacionados à evolução dos estudantes nos componentes curriculares. Assim, os participantes deste estudo são professores e estudantes da 1ª Série do curso Técnico em Informática de nível médio.

5.3.1 Perfil dos Estudantes

Os grupos de estudantes, de controle e experimental, possuem um perfil semelhante quanto ao sexo, idade média, número de repetência na 1ª Série e contato com a RE.

Da amostra de 36 estudantes, 19,4% (7) são do sexo masculino e 80,6% (29) do sexo feminino. Dos estudantes do grupo de controle, 18,75% (3) são do sexo masculino e 81,25% (13) do sexo feminino, valores que se aproximam da distribuição do grupo experimental que possui 20% (4) dos estudantes do sexo masculino e 80% (16) do sexo feminino. O quantitativo dos grupos de estudantes por sexo pode ser visualizado na Tabela 5.2.

Grupos	Masculino	Feminino	Total
Controle	3	13	16
Experimental	4	16	20
Total	7	29	36

Tabela 5.2: Amostra de estudantes por sexo

Conforme disposto na Figura 5.1, a idade média da amostra de estudantes é de 15,6. O grupo de controle possui uma idade média de 16,1 enquanto o experimental possuiu uma idade média de 15,3, tal diferença é atribuída à presença de um estudante com idade superior a 20 anos no grupo de controle.

Da amostra de estudantes, 2,3% (1) são de estudantes que estão repetindo a 1ª Série do EM e 97,2% (35) são de estudantes que estão cursando-a pela primeira vez, ou seja, não são repetentes. A distribuição detalhada de estudantes repetentes e não repetentes está disposta na Tabela 6.3. Por fim, quanto ao perfil dos estudantes, 100% (36) declaram que antes das

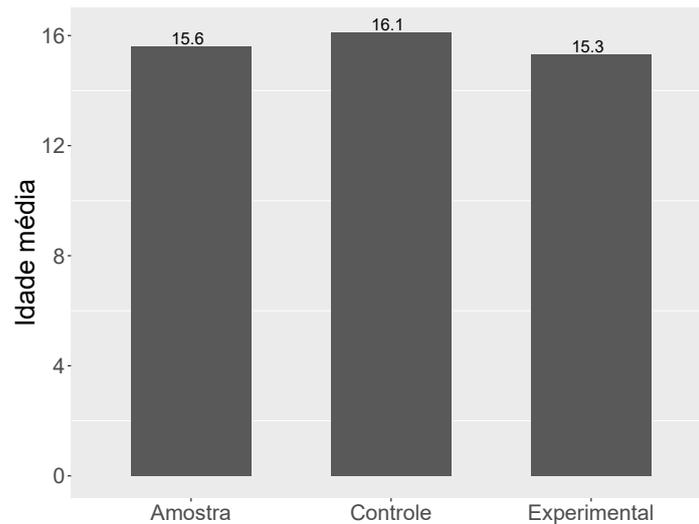


Figura 5.1: Caracterização dos grupos de estudantes por idade

Grupo	Repetente	
	Sim	Não
Controle	1	15
Experimental	0	20
Total	1	35

Tabela 5.3: Caracterização dos grupos de estudantes por repetência na 1ª Série

atividades com RE, detalhadas no Capítulo 4, não haviam tido contato com RE, no entanto, possuíam interesse em aprender sobre o assunto.

5.3.2 Perfil dos Professores

Participaram também do estudo, 18 professores que lecionaram os componentes curriculares nos grupos de controle e experimental, amostra que representa 56,2% (32) do universo de professores que lecionaram na escola em 2018. Dos 18 professores, 38,9% (7) são do sexo feminino e 61,11% (11) do sexo masculino (ver Tabela 5.4).

Grupos	Feminino	Masculino	Total
Professores	7	11	18

Tabela 5.4: Amostra de professores por sexo

Dos professores participantes, 5,6% (1) em 2018 lecionaram, nos grupos de estudantes de controle e experimental, 3 componentes curriculares, 5,6% (1) lecionaram 2 e 88,8% (16) lecionaram apenas 1 componente curricular. Com exceção de matemática, os componentes curriculares foram lecionados nos grupos de controle e experimental pelos mesmos professores. A distribuição dos professores por componente curricular está disposta na Tabela 5.5.

Professor	Componente Curricular	Professor	Componente Curricular
Professor 1	Língua Portuguesa	Professor 12	Química
Professor 2	Arte	Professor 13	Língua Estrangeira (Inglês)
Professor 3	Educação Física	Professor 14	Língua Estrangeira(Espanhol)
Professor 4	História	Professor 15	Ética Profissional e Relações Interpessoais
Professor 5	Geografia		Segurança e Higiene do Trabalho
Professor 6	Filosofia	Professor 16	Introdução a Informática
Professor 7	Sociologia		Arquitetura de Hardware
Professor 8	Física	Professor 17	Inteligência Artificial
Professor 9	Biologia		Sistemas Operacionais
Professor 10	Matemática		Linguagem de Programação
Professor 11		Professor 18	Lógica Matemática e de Programação

Tabela 5.5: Distribuição dos professores por componentes curriculares

No que se refere ao contato com RE, 50% (9) dos professores nunca participaram de algum tipo de interação com a RE e 50% (9) participaram. Quanto ao conhecimento sobre os materiais de RE disponíveis na escola, 55,6% (10) dos professores conhecem e 44,4% (8) não. Embora, os materiais sejam conhecidos por mais de 50% dos professores, 100% (18) deles não utilizam os materiais como instrumento didático em sala de aula. Por fim, 94,4% (17) demonstraram interesse em realizar um treinamento em RE e apenas 5,6% (1) não. Os dados podem ser visualizados na Tabela 5.6.

Dos professores participantes 5,6% (1) não enxergam formas de trabalhar a RE no componente curricular que lecionam, 16,7% (3) não dispõem de tempo para planejar aulas com RE, 55,6% (10) não dispõem de conhecimentos sobre RE ou sobre os materiais de RE disponíveis na escola, e por fim, 22,1% (4) possuem outros motivos de não utilizarem a RE (ver Figura 5.2).

Questionamento	Sim	Não
Teve contato com robótica?	9	9
Conhece o material de robótica da sua escola?	10	8
Utiliza o material de robótica em suas aula?	0	18
Gostaria de realizar um treinamento em robótica educacional?	17	1

Tabela 5.6: Perfil dos professores quanto ao contato com RE

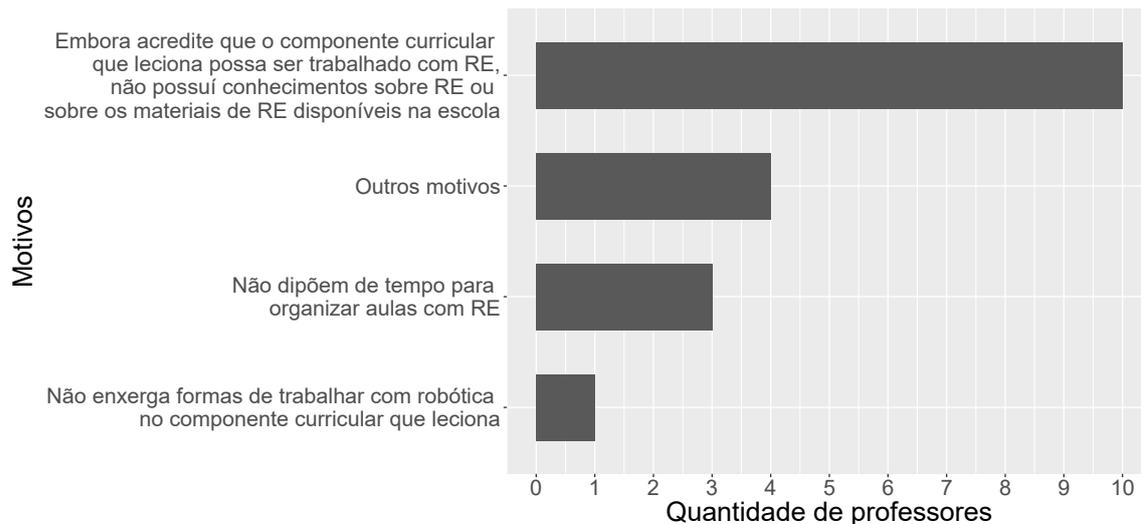


Figura 5.2: Motivos dos professores para a não utilização da RE em sala de aula

5.4 Procedimentos para Análise dos Dados

Buscando identificar os testes estatísticos mais apropriados para a análise dos dados obtidos neste estudo, inicialmente, analisamos os pressupostos estatísticos de normalidade e homocedasticidade através dos testes de hipótese *Shapiro-Wilk* e *Levene*, respectivamente, considerando um nível de significância $\alpha = 0,05$. Para a verificação dos pressupostos (normalidade e homocedasticidade), organizamos os dados considerando os recortes de análise especificados na subseção 4.3.5 do Capítulo 4, pois como a pesquisa transcorreu de forma imersiva no cotidiano escolar, os quantitativos de estudantes de cada recorte de análise variou de acordo com a participação na aplicação da prova Bebras.

Conforme é possível observar na Tabela 5.7, rejeitamos com 95% de confiança a hipótese nula de que os dados seguem uma distribuição normal nos recortes do 1º bimestre e 3º

bimestre de Ciências da Natureza; 1º bimestre e 2º bimestre de Linguagens; e 1º bimestre, 2º bimestre e 3º bimestre dos agrupamentos de Ciências Humanas, Matemática e Formação para o Trabalho. Esses dados apresentaram no teste *Shapiro-Wilk* um *p-value* resultante $> \alpha$.

Agrupamentos	Médias					
	2º Bimestre		3º Bimestre		Média Anual	
	<i>Shapiro-Wilk</i>	<i>Levene</i>	<i>Shapiro-Wilk</i>	<i>Levene</i>	<i>Shapiro-Wilk</i>	<i>Levene</i>
Ciências da Natureza	0,1177	0,92	$< 0,05$	0,52	0,102	$< 0,05$
Linguagens	$< 0,05$	1,23	0,9874	0,76	0,1104	2,9
Ciências Humanas	$< 0,05$	2,13	$< 0,05$	1,6	0,269	0,056
Matemática	$< 0,05$	3,52	$< 0,05$	3,2	0,1507	0,2
Formação Profissional	0,307	19,3	0,7747	3,78	0,424	$< 0,05$
Formação para o Trabalho	$< 0,05$	5,33	$< 0,05$	$< 0,05$	0,1218	5,04

Tabela 5.7: Pressupostos estatísticos: *p-value* dos testes de Normalidade e Homoscedasticidade para os recortes de análise dos agrupamentos dos componentes curriculares

Em contrapartida, também com os dados apresentados nas Tabelas 5.8 e 5.7, consideramos que partes dos recortes analisados tendem à heterogeneidade, com exceção da média anual de Ciências da Natureza e Formação Profissional, além do 3º bimestre de Formação para o trabalho que seguem uma variância homogenia, uma vez que no teste de *Levene* apresentaram um *p-value* resultante $< \alpha$.

Teste	Pós-Teste I	Pós-Teste II
Shapiro-Wilk	0,6569	0,3039
Levene	0,064	0,596

Tabela 5.8: Pressupostos estatísticos: *p-value* dos testes de Normalidade e Homoscedasticidade para os recortes de análise da Prova Bebras

Com os resultados obtidos, evidenciamos que nem todos os dados dos recortes de análise atendem aos pressupostos de normalidade e homocedasticidade em sua completude, dessa forma identificamos a necessidade de aplicar testes estatísticos independentes à parametrização dos dados. Os testes não paramétricos são alternativas para os casos em que os pressupostos paramétricos não são atendidos, além disso, são indicados para amostras muito

pequenas e podendo ser aplicados também com amostras de dados que atendem aos pressupostos de normalidade, situações que são identificadas no presente estudo.

5.5 Resultados e Discussão

Neste estudo, investigamos os impactos que RE causou no desempenho dos estudantes longitudinalmente de acordo com as fases de intervenções executadas na escola. Para responder as questões de pesquisa, analisamos dados dos estudantes de 1ª Série do curso de Técnico em Informática de nível médio. Os dados coletados foram oriundos da participação de 18 professores e 36 estudantes os quais foram organizados conforme os recortes de análise, a saber: Fase 01 - Robótica Autodescoberta, Fase 02 - Robótica Fundamentada em Computação e Fase 03 - Desempenho Final. Cada recorte de análise possui um quantitativo distinto de estudante que pode ser verificado na Tabela 5.9.

Recorte de Análise	Controle	Experimental
Fase 01 - Robótica Autodescoberta	14	16
Fase 02 - Robótica Fundamentada em Computação	12	14
Fase 03 - Desempenho Final	14	14

Tabela 5.9: Quantitativo de estudantes por recorte de análise

5.5.1 Q1: Qual o impacto que a introdução da RE no EM causa no desenvolvimento do PC?

Para responder a primeira questão de pesquisa (Q1), inicialmente, realizamos uma exploração com análise gráfica do desempenho dos estudantes na prova Bebras, no final de cada fase do ensino com RE (Robótica Autodescoberta e Robótica Fundamentada em Computação). Através do gráfico da distribuição do desempenho, observamos que a frequência de estudantes com desempenho acima da média (distinguida pelas linhas em vermelho) evidencia ser maior no grupo experimental em relação ao grupo de controle, tanto no Pós-Teste I (aplicado no final da Fase 01 - Robótica Autodescoberta), quanto no Pós-Teste II (aplicado no final da Fase 02 - Robótica Fundamentada em Computação) (ver Figura 5.3). Dessa maneira,

observamos indícios de que a RE, seja Autodescoberta ou Fundamentada em Computação, pode impactar positivamente as habilidades do PC de estudantes da 1ª Série do EM Técnico Profissionalizante.

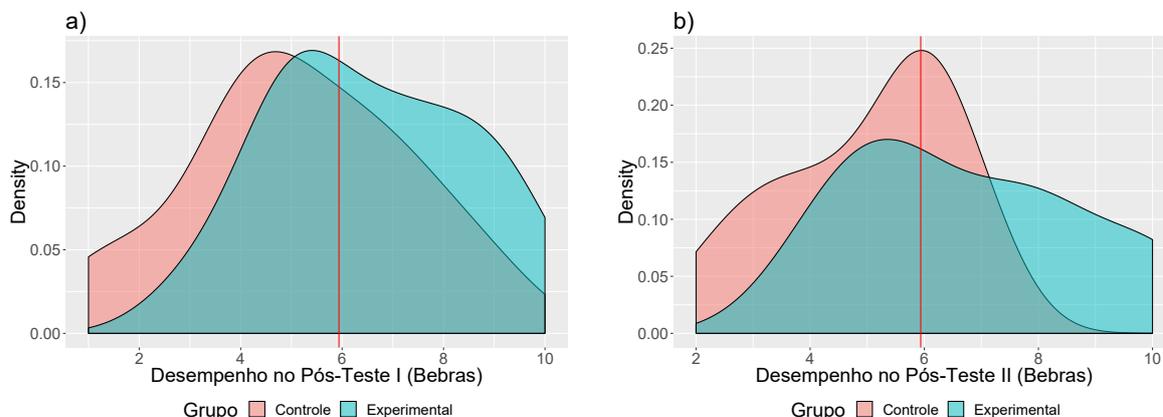


Figura 5.3: Distribuição do desempenho dos grupos de estudantes no Bebras: a) Pós-Teste I; b) Pós-Teste II

Bebras	Controle (C)		Experimental (E)		Diferença Média (%)
	Média	DP	Média	DP	
Pós-Teste I	5,13	2,21	6,69	1,97	30,3
Pós-Teste II	5,00	1,56	6,76	2,04	35,2

Tabela 5.10: Média, desvio padrão e diferença média do desempenho dos grupos de estudantes no Bebras

De forma complementar, sabendo que 10 foi a nota máxima obtida pelo grupo experimental em ambos os Pós-Testes (I e II), e 9 e 7 foram obtidas pelo grupo de controle nos Pós-Teste I e Pós-Teste II, respectivamente, analisamos a média e desvio padrão dos grupos de controle e experimental. Conforme os dados apresentados na Tabela 5.10, no Pós-Teste I, o desempenho dos estudantes do grupo experimental apresentou média superior em relação ao grupo de controle de 30,3% e um desvio padrão (DP) com menor variação. Por sua vez, no Pós-Teste II, o desempenho dos estudantes do grupo experimental apresentou média superior em relação ao grupo de controle de 35,2%, no entanto, apresentou um desvio padrão (DP) com maior variação (ver Figura 5.4).

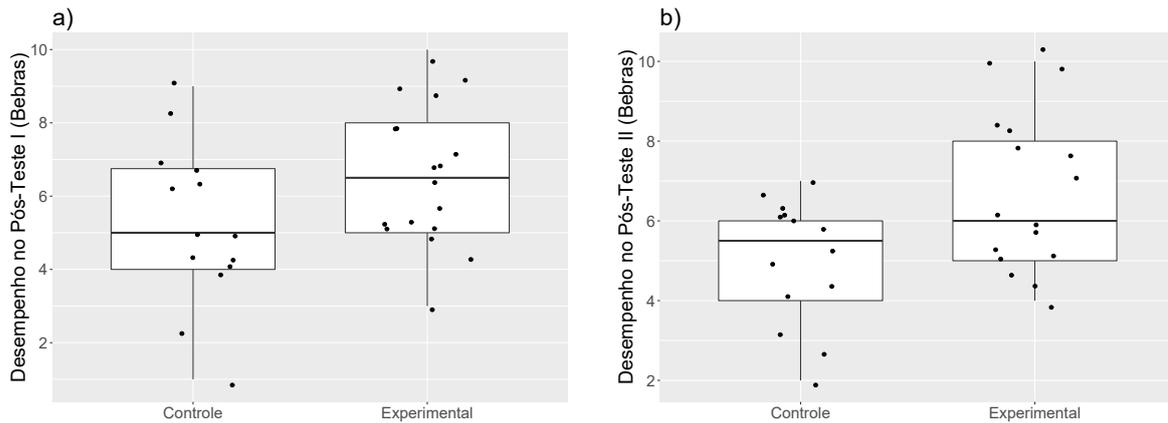


Figura 5.4: Desempenho dos grupos de estudantes no Bebras: a) Pós-Teste I; b) Pós-Teste II

Essa avaliação indica que há uma diferença real no desempenho dos grupos e um efeito positivo atribuído à robótica, haja visto que os estudantes do grupo experimental tendem a apresentar desempenho superior nas provas do Bebras em relação ao grupo de controle, tanto na Robótica Autodescoberta quanto na Fundamentada em Computação. Dessa forma, essa análise exploratória apresenta indícios de que a RE favorece o desenvolvimento do PC de estudantes da 1ª Série do EM Técnico Profissionalizante. Nesse sentido, para refutar a hipótese nula $H1.0$: Não há indícios de que a introdução da RE no EM impacta o desenvolvimento do PC; aplicamos o *Teste-U* de *Mann-Whitney* com um nível de confiança de 95% e significância $\alpha = 0,05$.

Os dados relacionados ao *Teste-U* são apresentados na Tabela 5.11, com os quais observamos o $p\text{-value} < \alpha$ para o Pós-Teste II, assim, rejeitamos a hipótese nula $H1.0$: Não há indícios de que a introdução da RE no EM impacta o desenvolvimento do PC. Dessa forma, assumimos a hipótese alternativa $H1.0$: A introdução da RE no EM impacta o desenvolvimento do PC; quando é trabalhada com o apoio da computação, como foi realizada na Robótica Fundamentada em Computação.

Bebras	<i>Teste-U</i>	<i>p-value</i>	Cohen d	Tamanho do Efeito	(E > C) %
Pós-Teste I	171,5	0,08389	0,74	Médio	77%
Pós-Teste II	160,0	< 0,05	0,95	Grande	83%

Tabela 5.11: Teste de hipótese e tamanho do efeito da Prova Bebras

Com os dados obtidos no *Teste-U* não constatamos diferenças significativas no desempenho dos grupos experimental e de controle para o Pré-Teste I uma vez que para esse cenário $p\text{-value} > \alpha$, não sendo factível, dessa forma, afirmar que a Robótica Autodescoberta é capaz de impactar significativamente às habilidades do PC. No entanto, ao analisar o tamanho do efeito do grupo experimental sobre o grupo de controle com o apoio do d de Cohen [69], verificamos um efeito positivo atribuído à Robótica Autodescoberta (Pós-Teste I) e à Robótica Fundamentada em Computação (Pós-Teste II). Em conformidade com a métrica de avaliação de Cohen [69], para os dados apresentados na Tabela 5.11.

Ainda observando a Tabela 5.11, como d de Cohen é exatamente equivalente ao *Z-score* tabelado de uma distribuição normal padrão [26]. A partir da consulta na tabela normal padrão é possível verificarmos que na fase da Robótica Autodescoberta (Pós-Teste I) o efeito de Cohen d foi médio e o percentual dos estudantes do grupo experimental que apresentam uma média superior em relação ao grupo controle é de 77%, já na fase Robótica Fundamentada em Computação (Pós-Teste II), efeito de Cohen d foi grande com o percentual de 83%.

Embora o *Teste-U* não tenha oferecido substâncias que evidenciem a significância da Robótica Autodescoberta, consideramos, com os dados apresentados que a metodologia aplicada nessa fase pode influenciar positivamente no desenvolvimento do PC. No entanto, quando a RE é trabalhada com o apoio de conceitos da computação, como efetivado na Robótica Fundamentada em Computação. Assim, consideramos que o impacto que a RE causa no desenvolvimento do PC de estudantes da 1ª Série do EM Técnico Profissionalizante é positivo e significativo.

5.5.2 Q2: Qual o impacto que a introdução da RE no EM causa no aprendizado dos componentes curriculares?

Para responder a segunda questão de pesquisa (Q2), consideramos os agrupamentos dos componentes curriculares no final de cada fase do ensino com RE (Robótica Autodescoberta e Robótica Fundamentada em Computação), assim como na fase 03, para verificar o desempenho final do ano letivo de 2018 dos estudantes.

A partir dos dados expostos na Tabela 5.12, observamos que o percentual dos estudantes do grupo experimental que apresentam nos agrupamentos dos componentes curriculares uma

média superior em relação ao grupo controle, varia entre 1,1% a 31,1% na Fase 01 (Robótica Autodescoberta), entre 1% a 12,7% na Fase 02 (Robótica Fundamenta em Computação), e por fim, entre 1,2% a 16,6% no desempenho final dos estudantes na Fase 03 (Média Anual). Dessa maneira, identificamos indícios de que a RE, seja Autodescoberta ou Fundamentada em Computação, pode impactar no ensino dos componentes curriculares da 1ª Série do EM Técnico Profissionalizante.

Essas observações indicam que há uma diferença real no desempenho dos grupos e um efeito positivo atribuído à robótica, haja visto que os estudantes do grupo experimental tendem a apresentar um desempenho superior nos componentes curriculares em relação ao grupo de controle, na Robótica Autodescoberta, na Fundamentada em Computação, assim como no desempenho final do ano letivo de 2018. Nesse sentido, para refutar a hipótese nula H2.0: Não há indícios de que a introdução da RE no EM impacta o aprendizado dos componentes curriculares; aplicamos o *Teste-U* de *Mann-Whitney* com um nível de confiança de 95% e significância $\alpha = 0,05$.

Os dados obtidos com o *Teste-U* podem ser observados na Tabela 5.13, com eles, verificamos um $p\text{-value} < \alpha$ nos agrupamentos de Ciências da Natureza na Fase 01 (Robótica Autodescoberta), de Matemática em todas as 3 fases, de Formação Profissional e Formação para o Trabalho na Fase 01, dessa forma rejeitamos a hipótese nula H2.0: Não há indícios de que a introdução da RE no EM impacta o aprendizado dos componentes curriculares; e assumimos a hipótese alternativa H2.1: A introdução da RE no EM impacta o aprendizado dos componentes curriculares.

Com os dados obtidos no *Teste-U* não observamos diferenças significativas entre o desempenho dos grupos de controle e experimental nos demais agrupamentos dos componentes curriculares, uma vez que para esses cenários $p\text{-value} > \alpha$, não sendo factível, dessa forma, afirmar que a robótica, seja ela Autodescoberta ou Fundamentada em Computação, é capaz de impactar significativamente o ensino desses componentes curriculares. No entanto, ao analisar o tamanho do efeito do grupo experimental sobre o grupo de controle com o apoio do d de Cohen [69] nesses cenários, observamos um efeito positivo atribuído à robótica, seja ela Autodescoberta (01 Fase) ou Fundamentada em Computação (02 Fase).

Em conformidade com a métrica de avaliação de Cohen [69] observamos que, para os dados apresentados na Tabela 5.13, no agrupamento de Ciências da Natureza, a Robótica Au-

Agrupamento	Fase	Controle (C)		Experimental (E)		Diferença Média (%)
		Média	DP	Média	DP	
Ciências da Natureza	Fase 01 (2º Bimestre)	8,40	0,69	8,86	0,64	5,5
	Fase 02 (3º Bimestre)	8,28	0,92	9,28	0,49	12,1
	Fase 03 (Média Anual)	8,20	0,73	8,72	0,69	6,4
Linguagens	Fase 01 (2º Bimestre)	8,00	0,71	8,09	0,37	1,1
	Fase 02 (3º Bimestre)	8,51	0,56	8,80	0,29	3,4
	Fase 03 (Média Anual)	8,21	0,47	8,31	0,29	1,2
Ciências Humanas	Fase 01 (2º Bimestre)	9,13	0,54	9,32	0,41	2,1
	Fase 02 (3º Bimestre)	8,52	0,70	8,80	0,55	3,3
	Fase 03 (Média Anual)	8,55	0,46	8,81	0,35	3,1
Matemática	Fase 01 (2º Bimestre)	7,20	1,72	9,46	0,63	31,3
	Fase 02 (3º Bimestre)	8,17	1,12	9,21	0,91	12,7
	Fase 03 (Média Anual)	7,63	0,84	8,90	0,84	16,6
Formação Profissional	Fase 01 (2º Bimestre)	7,84	0,36	8,34	0,35	6,4
	Fase 02 (3º Bimestre)	8,06	0,80	8,14	0,61	1,0
	Fase 03 (Média Anual)	8,04	0,35	8,24	0,41	2,4
Formação para o Trabalho	Fase 01 (2º Bimestre)	7,58	1,36	8,45	1,07	11,5
	Fase 02 (3º Bimestre)	8,70	1,25	8,97	1,17	3,1
	Fase 03 (Média Anual)	8,29	0,67	8,66	0,77	4,4

Tabela 5.12: Média, desvio padrão e diferença média do desempenho dos grupos de estudantes nos agrupamentos dos componentes curriculares

Agrupamento	Fase	Teste-U	p-value	Cohen d	Tamanho do Efeito	(E > C) %
Ciências da Natureza	Fase 01 (2º Bimestre)	167,5	0,06301	0,69	Médio	75%
	Fase 02 (3º Bimestre)	204,0	< 0,05	1,39	Grande	91%
	Fase 03 (Média Anual)	176,0	0,06948	0,74	Médio	77%
Linguagens	Fase 01 (2º Bimestre)	128,0	0,76680	0,16	Indiferente	56%
	Fase 02 (3º Bimestre)	164,0	0,07730	0,67	Médio	74%
	Fase 03 (Média Anual)	140,5	0,63690	0,26	Pequeno	60%
Ciências Humanas	Fase 01 (2º Bimestre)	143,0	0,37310	0,40	Pequeno	65%
	Fase 02 (3º Bimestre)	141,5	0,38240	0,45	Pequeno	67%
	Fase 03 (Média Anual)	172,5	0,09284	0,64	Médio	73%
Matemática	Fase 01 (2º Bimestre)	223,0	< 0,05	1,76	Grande	96%
	Fase 02 (3º Bimestre)	139,0	< 0,05	1,17	Grande	87%
	Fase 03 (Média Anual)	178,5	< 0,05	1,02	Grande	84%
Formação Profissional	Fase 01 (2º Bimestre)	200,5	< 0,05	1,41	Grande	92%
	Fase 02 (3º Bimestre)	128,0	0,73580	0,11	Indiferente	-
	Fase 03 (Média Anual)	159,0	0,24170	0,50	Médio	69%
Formação para o Trabalho	Fase 01 (2º Bimestre)	170,0	< 0,05	0,71	Médio	76%
	Fase 02 (3º Bimestre)	143,5	0,33710	0,21	Pequeno	58%
	Fase 03 (Média Anual)	167,0	0,14080	0,50	Médio	69%

Tabela 5.13: Teste de hipótese e tamanho do efeito nos agrupamentos dos Componentes Curriculares

todescoberta causou um efeito médio, a Fundamentada em Computação um efeito grande, e a inserção da robótica de uma forma geral causou no desempenho final dos estudantes um efeito médio. Em Linguagens, a Robótica Fundamentada em Computação causou um efeito médio, e a inserção da robótica de uma forma geral causou no desempenho final dos estudantes um efeito pequeno. No agrupamento de Ciências Humanas, por sua vez, a Robótica Autodescoberta e a Fundamentada em Computação causaram um efeito pequeno e a inserção da robótica de uma forma geral causou no desempenho final dos estudantes, um efeito médio. Para o componente curricular de Matemática, a robótica em todas as fases causou um efeito grande sobre o desempenho dos estudantes. No agrupamento dos componentes curriculares relacionado à computação, Formação para o Trabalho, a Robótica Autodesco-

berta causou um efeito grande e a inserção de uma forma geral da robótica, um efeito médio no desempenho final dos estudantes. Por fim, no agrupamento Formação para o Trabalho, a Robótica Autodescoberta causou um efeito médio, a Fundamentada em Computação um efeito pequeno, e a inserção da robótica de uma forma geral causou no desempenho final dos estudantes, um efeito médio. Não obstante, no agrupamento de Linguagem o efeito causado pela Robótica Autodescoberta é indiferente, assim como a Fundamentada em Computação no agrupamento de Formação Profissional.

Contudo, observamos que o impacto da RE é positivo e significativo no aprendizado dos componentes curriculares da 1ª Série do EM Técnico Profissionalizante nos agrupamentos de Ciências da Natureza, Matemática, Formação Profissional e Formação para o Trabalho, demonstrando que é possível melhorar o ensino e aprendizagem de conceitos das ciências quando a RE é inserida no cotidiano escolar.

Ainda observando a Tabela 5.11, como d de Cohen é exatamente equivalente ao Z -score tabelado de uma distribuição normal padrão [26], a partir da consulta na tabela normal padrão, verificamos que na fase da Robótica Autodescoberta, o percentual dos estudantes do grupo experimental que apresentam uma média superior em relação ao grupo controle, varia entre 56% a 96%, já na fase Robótica Fundamentada em Computação entre 58% a 91% e na média anual do estudantes entre 60% e 84%.

Entendo que existem aspectos relacionados à evolução dos estudantes que não são necessariamente explorados no método de avaliação quantitativa, consideramos a interpretação de aspectos comportamentais dos estudantes que os professores dos componentes curriculares construíram ao longo do ano letivo de 2018, para complementar o entendimento do impacto que a introdução da RE no ensino causou no desenvolvimento dos estudantes. Nessa circunstância, ao final do ano letivo, questionamos os professores sobre participação, argumentação e aprendizagem dos estudantes dos grupos de controle e experimental através de um *survey* na escola *Likert* (Apêndice B). Com isso, construímos um comparativo entre os grupos de controle e experimental, antes (1º bimestre) e após (4º bimestre) a introdução da RE na vivência escolar dos mesmos, com base nas seguintes afirmações:

- Os estudantes participaram efetivamente em minha disciplina. As atividade de participação podem ser realização das atividades, posicionamento em discussões em sala, assiduidade em aulas. Os estudantes participaram efetivamente em minha disciplina.

- A qualidade dos argumentos dos estudantes em discussões durante minhas aulas foi satisfatória. Os argumentos foram críticos, científicos e alinhados com os conteúdos estudados.
- Os estudantes demonstraram facilidade em aprender (independente dos resultados obtidos em atividades avaliativas) em minha disciplina.

Os dados obtidos com os professores apontam que os estudantes do grupo experimental participaram efetivamente durante o 1º bimestre de 70% (14) dos componentes curriculares e de 90% (18) durante o 4º bimestre, demonstrando que, após as atividades com RE, os estudantes desse grupo aumentaram a participação em 20% dos componentes curriculares. Por sua vez, os estudantes do grupo de controle, que não teve contato com a RE, participaram efetivamente durante o 1º bimestre de 65% (13) dos componentes curriculares e de 80% (16) durante o 4º bimestre, o que representa um aumento de participação em 15% dos componentes curriculares (ver Figura 5.5).

No que se refere a qualidade dos argumentos dos estudantes durante as aulas dos componentes curriculares, durante o 1º bimestre os estudantes do grupo experimental apresentaram argumentos considerados como satisfatórios pelos professores em 50% (10) dos componentes curriculares. Após as atividade com RE, durante o 4º bimestre, esse percentual aumentou para 95% (19), indicando um aumento de 45% na satisfação dos professores com a qualidade dos argumentos dos estudantes. No grupo de controle, inicialmente, no 1º bimestre, 35% (7) dos professores demonstraram satisfação sobre a qualidade dos argumentos em seus componentes curriculares, posteriormente, no 4º bimestre, o percentual aumentou para 60% (16), indicando um aumento de 25% na satisfação dos professores com a qualidade dos argumentos dos estudantes (ver Figura 5.6).

Durante a vivência escolar, fatores externos como problemas pessoais e problemas de saúde, podem interferir no desempenho dos estudantes, realidade que afeta diretamente o processo de avaliação dos mesmos, sobretudo, quando a metodologia tradicional de avaliação é integrada ao processo. Desse modo, visando entender o desenvolvimento dos estudantes de uma perspectiva observacional, questionamos os professores sobre a facilidade de aprendizagem dos estudantes dos grupos de controle e experimental, antes e após as atividades com RE. No grupo experimental, durante o 1º bimestre, os estudantes demonstravam

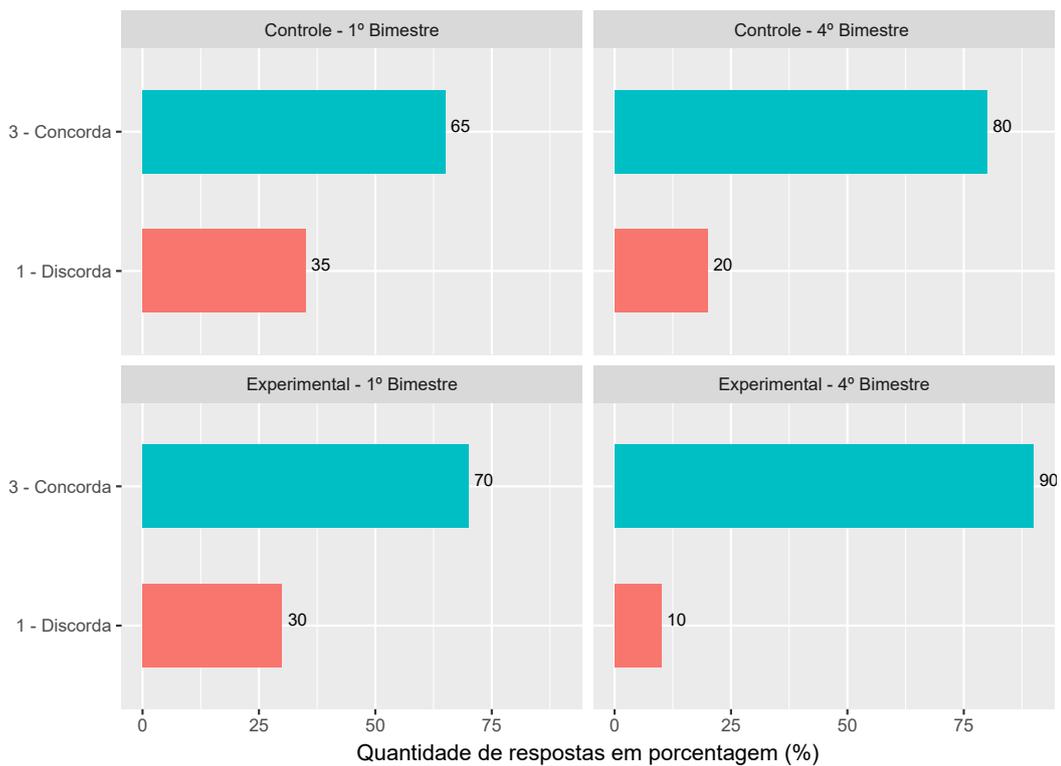


Figura 5.5: Os estudantes participaram efetivamente em meu componente curricular.

facilidade em aprender em 60% (12) dos componentes curriculares, após as atividades com RE, a facilidade de aprendizagem foi verificada em 100% (20) dos componentes curriculares. Por sua vez, o grupo de controle, inicialmente, no 1º bimestre demonstrou facilidade no aprendizado em 60% (12) dos componentes curriculares, percentual que foi mantido no 4º bimestre. Nessa vertente, segundo a observação dos professores, os estudantes do grupo experimental apresentaram um aumento no aprendizado em 40% dos componentes curriculares, enquanto os do grupo de controle mantiveram as condições iniciais (ver Figura 5.6).

Embora o *Teste-U* não tenha oferecido evidências para assegurar a significância da robótica em todas as fases dos agrupamentos, observamos com os dados apresentados, que as metodologias aplicadas neste estudo podem influenciar positivamente e significativamente o desenvolvimento de estudantes da 1ª Série do EM Técnico Profissionalizante. Através dos dados referentes ao desempenho dos estudantes (Bebras e componentes curriculares), veri-

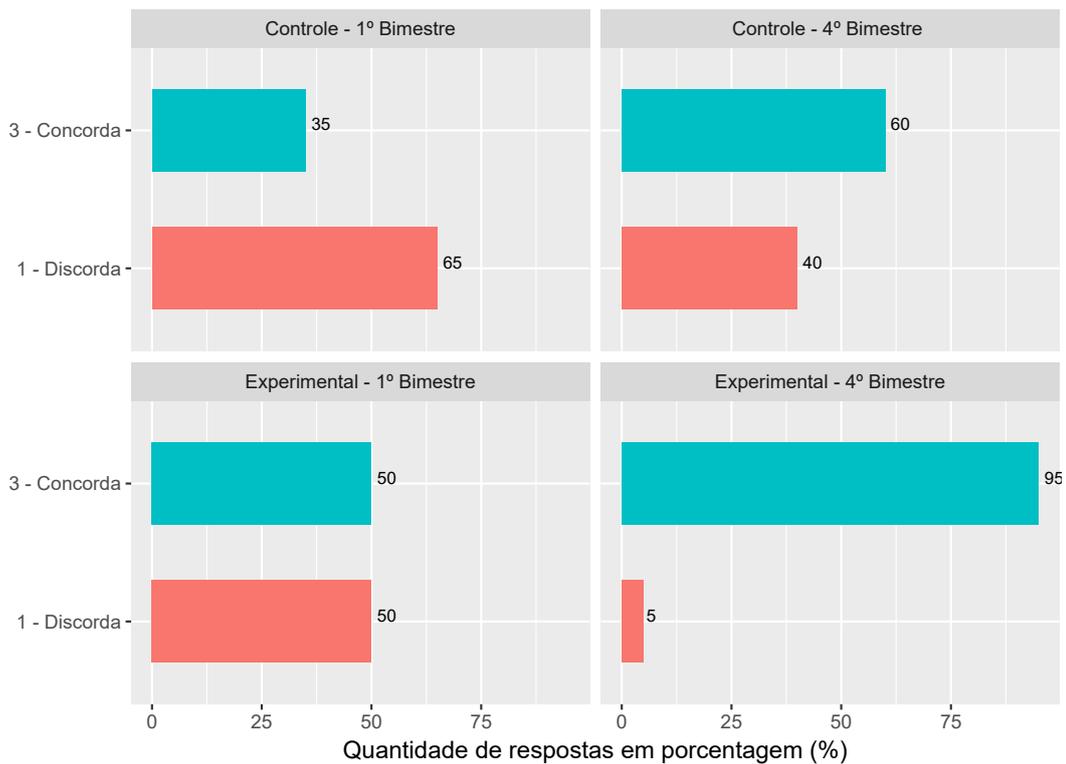


Figura 5.6: A qualidade dos argumentos dos estudantes em discussões durante meu componente curricular foi satisfatória.

ficamos que o grupo experimental apresenta um desempenho superior ao grupo de controle. Em complemento, as observações obtidas com os professores corroboram com os dados obtidos nas análises, fortalecendo a hipótese alternativa H2.1: A introdução da RE no EM impacta o aprendizado dos componentes curriculares. Por fim, é importante destacar que os dados referentes ao componente curricular de Matemática possibilita o cumprimento dos pressupostos de todos os recursos estatísticos utilizados, demonstrando que a introdução da RE no ensino da 1ª Série do EM Técnico Profissionalizante impacta positiva e significativamente o ensino da Matemática.

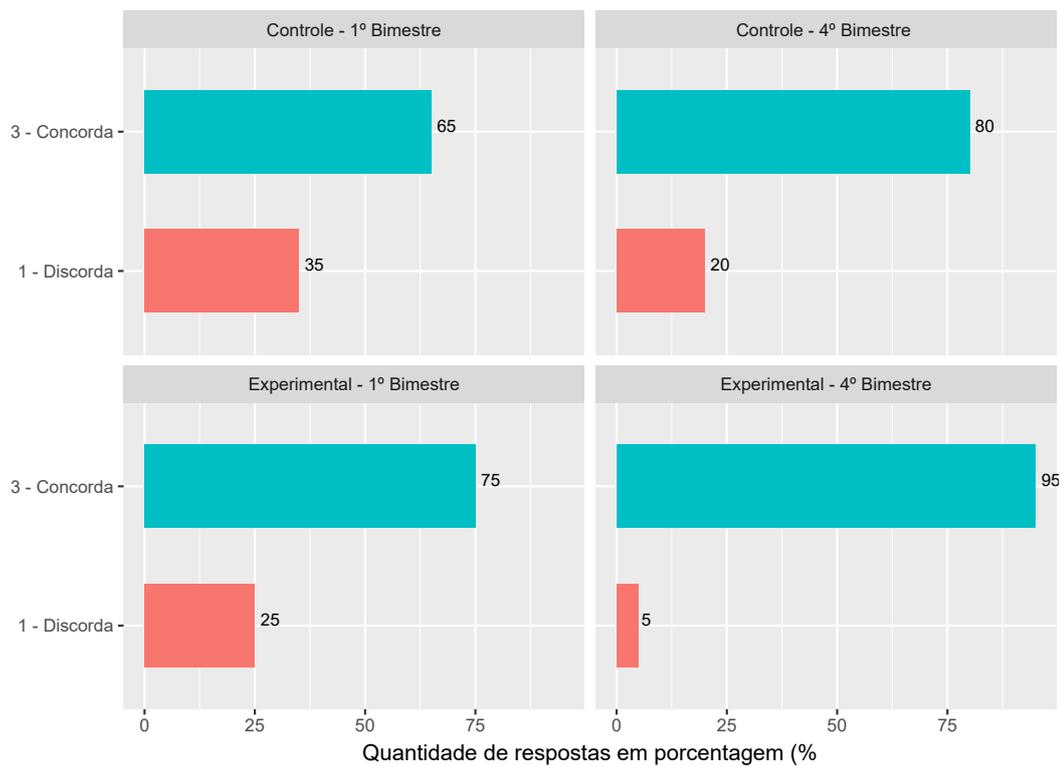


Figura 5.7: Os estudantes demonstram facilidade em aprender (independente dos resultados obtidos em atividades avaliativas).

5.6 Ameaças à Validade

A validade de um estudo está diretamente conectada à confiabilidade que se pode estabelecer com o processo metodológico aplicado, isto é, o quanto confiáveis são os instrumentos utilizados no desenvolvimento do estudo, desde os fundamentos teóricos às conclusões alcançadas [49] e [57]. Por conseguinte, é necessário considerar aspectos que podem afetar a validade de constructo, interna, externa e de conclusão. Nesta seção apresentamos as limitações e as ameaças à validade deste estudo.

5.6.1 Validade de Constructo

- **Projeto do experimento:** A definição dos conteúdos contemplados nas atividades foi realizada por profissionais das áreas de Física, Educação e Computação, considerando

os conteúdos programáticos dos componentes curriculares de física, matemática e lógica matemática e de programação. Além disso, os profissionais das áreas de Física, Educação e Computação foram responsáveis pela condução das aulas de intervenções. Com relação aos *surveys* (estudante e professor), podem haver ameaças à validade com relação às perguntas elaboradas, uma vez que elas podem não ter capturado a informação tencionada.

- **Confusão de fatores:** Os estudantes, ao longo do ano letivo, tiveram contato com componentes curriculares oriundos da computação, assim, podem haver outros fatores envolvidos no desempenho dos mesmos.
- **Fatores humanos:** As provas do Bebras foram corrigidas e catalogadas manualmente, assim como os dados coletados nos *surveys* dos estudantes e professores, e apesar de ter sido aplicado a dupla checagem dos dados, podem acontecer erros de correção atribuídos a fatores humanos.

5.6.2 Validade Interna

- **História:** Neste estudo, não foi possível controlar fatores da vivência educacional e pessoal dos estudantes, fatos que podem ter influenciado nos resultados obtidos com a análise como, por exemplo, estrutura administrativa da escola, qualidade do EF, atividades extracurriculares, acesso a recursos tecnológicos e conhecimentos prévios de estudantes e professores.
- **Maturação:** Os estudantes podem ter se apropriado da prova do Bebras ao longo de suas reaplicações, o que possivelmente auxiliou na resolução das questões propostas. Além disso, por serem as mesmas questões, os estudantes podem ter se desmotivado ao longo das reaplicações do Bebras, assim como durante as aulas de intervenções.
- **Seleção:** A seleção dos estudantes participantes dos grupos não foi realizada de maneira aleatória, pois como o estudo ocorreu integrado à vivência escolar, foi necessário considerar a formação das turmas consolidadas pela escola. Entretanto, apenas os estudantes que participaram de todas as atividades (provas do Bebras, *survey* e/ou aulas

de intervenções) foram considerados na composição dos grupos de controle e experimental.

- **Mortalidade seletiva:** No decorrer do experimento, ocorreram muitos pedidos de transferências da escola por parte dos estudantes. Assim, os estudantes transferidos, mesmo que tenham realizado todas as atividades, foram excluídos deste estudo, bem como aqueles que não participaram de todas as atividades (provas do Bebras, *survey* e/ou aulas de intervenções) conforme definido em cada recorte de análise.
- **Contaminação:** Como a robótica desperta o interesse de muitos estudantes, durante a realização das atividades (provas do Bebras, *survey* e/ou aulas de intervenções) os estudantes dos grupos de controle e experimental podem ter compartilhado conhecimentos.
- **Instrumentação:** A prova do Bebras utilizada foi traduzida do inglês, ainda que tenha sido revisada por revisores externos a este estudo, pode haver distorções atribuídas a tradução que dificultam na representação dos objetivos originais. Ademais, a prova do Bebras pode não medir de forma adequada as habilidades do PC. Além disso, o desempenho dos estudantes considerado como referência do aprendizado nos componentes curriculares pode não representar a evolução dos mesmos, principalmente nos componentes curriculares lecionados por professores distintos nos grupos experimental e de controle.

5.6.3 Validade Externa

- **Participantes:** A amostra utilizada neste estudo é representativa de uma população de estudantes da 1ª Série do EM de uma EPT, assim a generalização dos resultados para outras populações de estudantes não é praticável.
- **Configuração do experimento:** Devido a limitações dos laboratórios de robótica da escola, a realização das atividades pode ter sido comprometida pela falta de materiais e até mesmo por condições ambientais como climatização e tamanho do espaço físico.

5.6.4 Validade de Conclusão

- **Violação de pressupostos estatísticos:** Todos os pressupostos dos testes estatísticos foram considerados.
- **Baixo poder estatístico:** O pequeno número de estudantes participantes em cada recorte de análise levantou a ameaça de baixo poder estatístico.

5.7 Conclusão

O estudo descrito neste capítulo buscou estimular o desenvolvimento das habilidades relacionadas ao PC no decorrer de atividades com RE no contexto do EM, bem como identificar suas relações com o aprendizado das ciências do currículo. Para isso, propomos intervenções com RE na 1ª Série de um curso Técnico em Informática de nível médio, em uma EPT do governo da Paraíba, localizada na cidade de Campina Grande. Organizamos as intervenções em duas etapas intituladas de Robótica Autodescoberta e Robótica Fundamentada em Computação, onde aconteceram aulas, aplicações de *survey* e da prova do Bebras. A Robótica Autodescoberta objetivou a promoção da autonomia dos estudantes através de atividades planejadas para estimular as habilidades PC e da interação com materiais robóticos apoiados em saberes oriundos das ciências. Por sua vez, na Robótica Fundamentada em Computação pautamos as atividades no aprendizado estruturado de robótica com base em fundamentos da computação.

Para a avaliação dos efeitos da RE nas habilidade do PC, consideramos o desempenho dos estudantes na prova do Brebas, aplicada após cada fase das intervenções. Em se tratando dos efeitos que a RE causou no ensino dos componentes curriculares, consideramos os desempenhos bimestrais e anuais dos estudantes no componentes curriculares. Fundamentamos o estudo na metodologia de pesquisa-intervenção com um *design* estruturado em dois grupos de estudantes (de controle e experimental).

Os resultados obtidos apontam que os estudantes que tiveram contato com as metodologias de ensino propostas neste estudo demonstraram um melhor desempenho na prova do Bebras aplicadas após cada fase das intervenções, indicando que as habilidades do PC podem ter sido impactadas com as intervenções realizadas. No entanto, os resultados afirmam

que quando a RE é trabalhada com o apoio de conceitos da computação, como efetivado na Robótica Fundamentada em Computação, o impacto sobre as habilidade do PC de estudantes da 1ª Série do EM Técnico Profissionalizante é evidenciado de forma mais significativa.

No que se refere aos componentes curriculares, os resultados obtidos permitem considerar que as metodologias aplicadas neste estudo (Robótica Autodescoberta e Robótica Fundamentada em Computação), podem influenciar o desenvolvimento de estudantes da 1ª Série do EM Técnico Profissionalizante, uma vez que os estudantes que tiveram contato com a RE apresentaram um desempenho superior quando comparados aos que não tiveram contato com a RE, fatores que foram complementados com as observações dos professores. Não obstante, os resultados obtidos no componente curricular de Matemática possibilitam o cumprimento dos pressupostos de todos os recursos estatístico utilizados, demonstrando que a introdução da RE no ensino da da 1ª Série do EM Técnico Profissionalizante favorece positiva e significativamente o aprendizado da matemática.

Esses resultados eram esperados, uma vez que o PC pode ser impulsionado quando conceitos da computação são estudados, além disso, no componente curricular de matemática, a presença da resolução de problemas é consolidada. Ademais, os resultados convergem com os resultados obtidos em nossos estudos anteriores, da mesma maneira que se alinham com pesquisas qualitativas sobre o tema. Assim, concluímos que a RE pode ajudar estudantes da 1ª Série do EM Técnico Profissionalizante a desenvolverem habilidades do PC, bem como no aprendizado, sobretudo do componente curricular de matemática.

Capítulo 6

Avaliação dos Efeitos do Ensino com Robótica no Curso de Ensino Médio Regular Integral

Neste Capítulo, apresentamos os resultados da aplicação de nossa metodologia descrita no Capítulo 4 na 1ª Série do EM Regular Integral. Neste estudo, selecionamos uma amostra de estudantes e professores de uma ECI do governo da Paraíba, localizada na cidade de Campina Grande e organizamos os estudantes em grupos de controle e experimental, onde o grupo de controle foi composto por estudantes da 1ª Série que não tiveram contato com RE, já o grupo experimental, por estudantes da 1ª Série que tiveram contato com RE ao longo do ano letivo de 2018.

6.1 Especificidades do Contexto

Aplicamos este estudo no contexto da 1ª Série do EM Regular Integral, por conseguinte, a matriz curricular do curso não contempla conteúdos oriundos da CC. Dessa forma, apenas os estudantes do grupo experimental vivenciaram ao longo das intervenções deste trabalho, o estudo desses conteúdos através da RE. As atividades da Robótica Autodescoberta transcorreram inseridas no componente curricular de física seguindo os mesmos conteúdos especificados no programa de curso da escola, com isso, buscou-se garantir que ambos os grupos tivessem acesso aos mesmos conteúdos de Física simultaneamente. Como os con-

teúdos contemplados na Robótica Fundamentada em Computação não possuíam harmonia com nenhum componente curricular, para não prejudicar o andamento de nenhum deste, as atividades foram realizadas semanalmente em aulas cedidas por professores do grupo experimental na forma de rodízio.

Seguindo uma solicitação da direção escolar, o estudo não foi inserido no programa do curso, condição que excluiu as atividades trabalhadas do processo avaliativo da escola. No entanto, inserimos todos os estudantes devidamente matriculadas nos grupos de controle e experimental, pois o estudo foi entendido como uma atividade extracurricular. Para a análise dos dados, consideramos apenas os estudantes que participaram de todas as atividades (provas do Brebas, *survey* e aulas de intervenções) conforme definido em cada recorte de análise, e que atenderam aos critérios éticos estabelecidos para esta pesquisa.

Conduzimos as atividades da Robótica Autodescoberta em parceria com o professor titular de física, enquanto a Robótica Fundamentada em Computação, apenas por um profissional de computação. Em ambos os grupos, buscando contornar os impactos das atividades não serem utilizadas nas avaliações da escola, estipulamos premiações no formato de pontuação extra para o componente curricular de física, sendo atribuído até 1 ponto em avaliações definidas pelo professor titular para os estudantes que mantivessem bom comportamento e que participassem de todas as atividades (provas do Brebas, *survey* e aulas de intervenções).

6.2 Amostra e Coleta de Dados

Neste estudo, consideramos uma amostra composta por 38 estudantes e 15 professores da 1ª Série do EM Regular Integral de uma ECI do governo da Paraíba, localizada na cidade de Campina Grande. Para análise, organizamos os estudantes em dois grupos (de controle e experimental) sendo a distribuição de estudantes de 47,4% (18) do grupo de controle e 52,6% (20) do grupo experimental (ver Tabela 6.1). O grupo de controle foi composto por estudantes da 1ª Série que não tiveram contato com RE, já o grupo experimental, foi organizado por estudantes da 1ª Série que tiveram contato com RE ao longo do ano letivo 2018.

Com o objetivo de examinar o quanto a amostra utilizada representa a população de 152 estudantes da 1ª Série do EM Regular Integral, aplicamos o cálculo amostral (5.1).

Verificamos que a amostra considerada representa a população de estudantes com erro

Turma	Amostra	Universo
Turma 1 (Controle)	18	27
Turma 2 (Experimental)	20	21
Turma 3	-	40
Turma 4	-	35
Turma 5	-	32
Total	38	152

Tabela 6.1: Caracterização dos grupos de estudantes

amostral (diferença entre número estimado e número real) de 11,63% com 90% de confiança (probabilidade de que o erro amostral efetivo seja menor que o erro amostral admitido).

Realizamos a coleta de dados longitudinalmente entre os meses de abril e dezembro de 2018 buscando reunir dados quantitativos e qualitativos relacionados ao desenvolvimento dos estudantes no decorrer de atividades com RE. Para isso, aplicamos *surveys*, prova da competição Bebras, e consideramos o desempenho obtido nos componentes curriculares conforme detalhado na Subseção 4.3.1 do Capítulo 4.

6.3 Perfil dos Participantes

Neste estudo, participaram das ações de coleta de dados professores e estudantes da 1ª Série do EM Regular Integral. A seguir descrevemos o perfil de cada um.

6.3.1 Perfil dos Estudantes

Os grupos de estudantes, de controle e experimental, possuem um perfil semelhante quanto ao sexo, idade média, número de repetência na 1ª Série e contato com a RE.

Da amostra de 38 estudantes, 39,5% (15) são do sexo feminino e 60,5% (23) do sexo masculino. Dos estudantes do grupo de controle, 44,4% (8) são do sexo feminino e 55,6% (10) do sexo masculino. O grupo experimental possui 35% (7) dos estudantes do sexo feminino e 65% (13) do sexo masculino. O quantitativo dos grupos de estudantes por sexo pode ser visualizado na Tabela 6.2.

Grupos	Masculino	Feminino	Total
Controle	10	8	18
Experimental	13	7	20
Total	23	15	38

Tabela 6.2: Amostra de estudantes por grupo

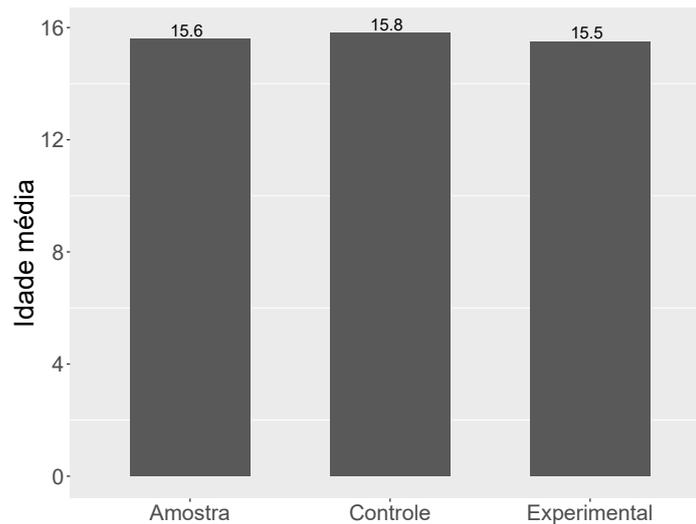


Figura 6.1: Caracterização dos grupos de estudantes por idade

Conforme disposto na Figura 6.1, a idade média da amostra de estudantes é de 15,6. O grupo de controle possui uma idade média de 15,8 enquanto que o experimental possuiu uma idade média de 15,5.

Grupo	Repetente	
	Sim	Não
Controle	6	12
Experimental	5	15
Total	10	28

Tabela 6.3: Caracterização dos grupos de estudantes por repetência na 1ª Série

Da amostra de estudantes, 26,3% (10) são de estudantes que estão repetindo a 1ª Série do EM e 73,7% (28) são de estudantes que estão cursando-a pela primeira vez, ou seja, não são repetentes. A distribuição detalhada de estudantes repetentes e não repetentes está disposta

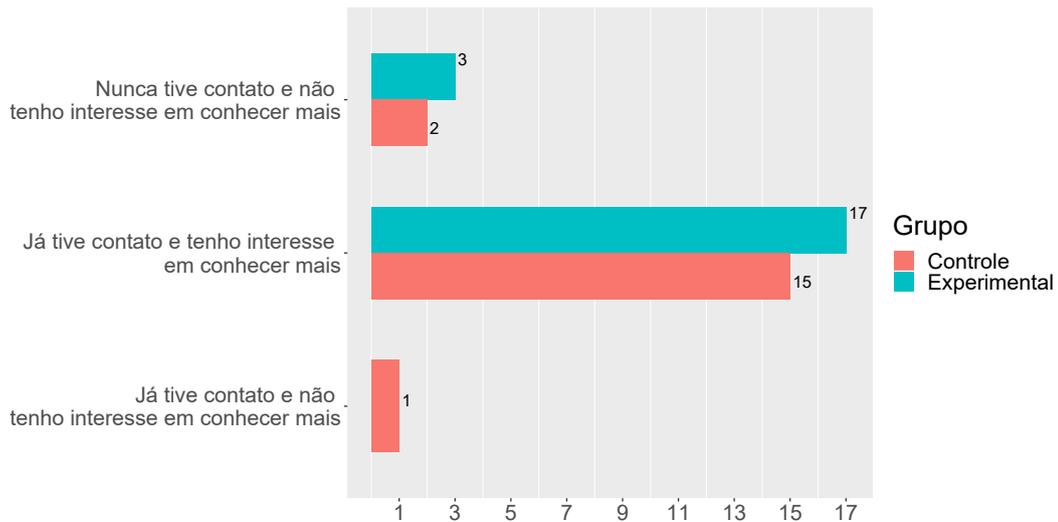


Figura 6.2: Caracterização dos grupos de estudantes por contato com a RE

na Tabela 6.3. Ainda sobre o perfil dos estudantes, 11,1% (2) dos estudantes do grupo de controle e 15% (3) do grupo experimental nunca tiveram qualquer tipo de contato com RE e não demonstraram interesse no assunto; 83,3% (15) dos estudantes do grupo de controle e 85% antes das atividades com RE, detalhadas no Capítulo 4, não haviam tido contato com RE, no entanto, possuíam interesse em aprender; por fim, 5,6% (1) dos estudantes do grupo de controle já haviam tido algum tipo de contato com RE, no entanto, não demonstraram interesse no assunto (ver Figura 6.2).

6.3.2 Perfil dos Professores

Por sua vez, a amostra de 15 professores representa 50% do universo de 30 professores que lecionaram na escola em 2018. Dos 15 professores, 26,7% (4) são do sexo masculino e 73,3% (11) do sexo feminino (ver Tabela 6.4).

Grupos	Feminino	Masculino	Total
Professores	11	4	15

Tabela 6.4: Amostra de professores por sexo

Dos professores participantes, 20% (3) em 2018 lecionaram nos grupos de estudantes de controle e experimental, 2 componentes curriculares e 80% (12) lecionaram apenas 1

Professor	Componente Curricular	Professor	Componente Curricular
Professor 1	Língua Portuguesa	Professor 9	Química
Professor 2	Arte		Práticas Experimentais
Professor 3	Educação Física	Professor 10	Biologia
Professor 4	História		Práticas Experimentais
	Projeto de Vida	Professor 11	Matemática
Professor 5	Geografia	Professor 12	
Professor 6	Filosofia	Professor 13	Língua Estrangeira (Inglês)
Professor 7	Sociologia	Professor 14	Língua Estrangeira (Espanhol)
Professor 8	Física	Professor 15	Estudo Orientado

Tabela 6.5: Distribuição dos professores por componentes curriculares

componente curricular. Com exceção de Projeto de Vida e Matemática, os componentes curriculares foram lecionados nos grupos de controle e experimental pelos mesmos professores. A distribuição dos professores por componente curricular está disposta na Tabela 6.5.

No que se refere ao contato com RE, 60% (9) dos professores nunca participaram de qualquer tipo de interação com a RE e 40% (6) participaram. Quanto ao conhecimento sobre os materiais de RE disponíveis na escola, 60% (9) dos professores conhecem e 40% (6) não. Embora, os materiais sejam conhecidos por mais de 50% dos professores, 93,3% (14) deles não utilizam os materiais como instrumento didático em sala de aula e apenas 6,7% (1) utilizam. Por fim, 100% (15) demonstraram interesse em realizar um treinamento em RE. Os dados podem ser visualizados na Tabela 6.6.

Questionamento	Sim	Não
Teve contato com robótica?	6	9
Conhece o material de robótica da sua escola?	9	6
Utiliza o material de robótica em suas aula?	1	14
Gostaria de realizar um treinamento em robótica educacional?	15	0

Tabela 6.6: Perfil dos professores quanto ao contato com RE

Do percentual de 93,3% dos professores que não utilizam a RE em sala de aula, 57,1% (8) acreditam que o componente curricular que leciona pode ser trabalhado com RE, no entanto,

não dispõem de conhecimento sobre robótica ou sobre os materiais disponíveis na escola. 21,4% (3) não enxergam formas de trabalhar a RE no componente curricular que lecionam, 14,3% (2) não dispõem de tempo para planejar aulas com RE, e por fim, 7,2% (1) possuem outros motivos de não utilizarem a RE (ver Figura 6.3). Por sua vez, os 6,7% dos professores que utilizam a RE em sala de aula, buscam trabalhar conceitos dos componentes curriculares que lecionam.

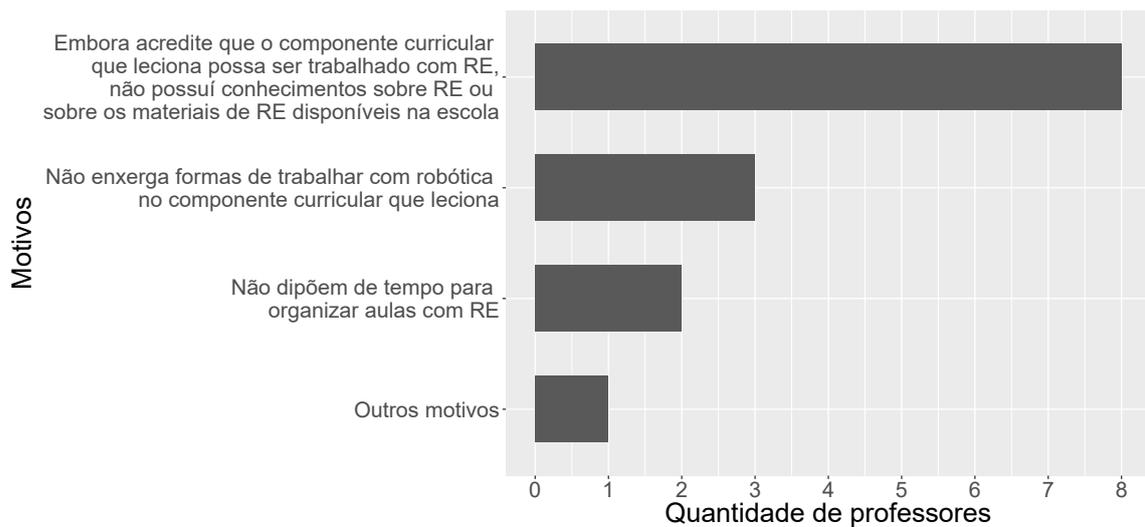


Figura 6.3: Motivos dos professores para a não utilização da RE em sala de aula

6.4 Procedimentos para Análise dos Dados

Ao analisar os pressupostos estatísticos de normalidade e homocedasticidade através dos testes de hipótese *Shapiro-Wilk* e *Levene*, respectivamente considerando um nível de significância $\alpha = 0,05$ (ver Tabelas 6.7 e 6.8), rejeitamos com 95% de confiança a hipótese nula de que os dados seguem uma distribuição normal nos recortes do 2º bimestre, 3º bimestre e Média Anual de Ciências da Natureza; 2º bimestre de Linguagens; 2º bimestre, 3º bimestre e Média Anual do agrupamento de Ciências Humanas; 2º bimestre, 3º bimestre de Matemática; 2º bimestre da Parte Diversificada; assim como nos Pós-Teste 1 e Pós-Teste 2. Esses, apresentaram no teste *Shapiro-Wilk* um *p-value* resultante $> \alpha$.

Ainda com os dados apresentados nas Tabelas 6.7 e 6.8, consideramos que todos os recortes analisados tendem a heterogeneidade uma vez que no teste de *Levene* apresentaram

Agrupamento	Médias					
	2º Bimestre		3º Bimestre		Anual	
	<i>Shapiro-Wilk</i>	<i>Levene</i>	<i>Shapiro-Wilk</i>	<i>Levene</i>	<i>Shapiro-Wilk</i>	<i>Levene</i>
Ciências da Natureza	0,6213	3,68	0,6671	0,18	0,2715	1,28
Linguagens	0,1562	0,84	< 0,05	4,72	< 0,05	1,47
Ciências Humanas	0,8035	0,18	0,1429	0,09	0,1185	3,55
Matemática	0,09178	9,07	0,5441	2,68	< 0,05	0,092
Parte Diversificada	0,2328	4,32	< 0,05	2,62	< 0,05	0,39

Tabela 6.7: Pressupostos estatísticos: *p-value* dos testes de Normalidade e Homoscedasticidade para os recortes de análise dos agrupamentos

um *p-value* resultante $> \alpha$.

Teste	Pós-Teste 1	Pós-Teste 2
Shapiro-Wilk	0,1313	0,1409
Levene	4,02	< 0,05

Tabela 6.8: Pressupostos estatísticos: *p-value* dos testes de Normalidade e Homoscedasticidade para os recortes de análise da Prova Bebras

Com os resultados obtidos, evidenciamos que nem todos os dados dos recortes de análise atendem aos pressupostos de normalidade e homocedasticidade em sua completude, dessa forma, para avaliar se há diferença significativa entre o desempenho em PC de estudantes dos grupos de controle e experimental, através do resultado obtido na prova do Bebras, bem como nos componentes curriculares da 1ª Série do EM Regular Integral, escolhemos o teste de hipótese não paramétrico *Mann-Whitney U*. Para calcular e analisar o efeito da RE sob as habilidades do PC e do desempenho nos componentes curriculares dos estudantes, utilizamos índice de tamanho de efeito *d* de Cohen [69]. Para realização dos testes, consideramos um nível de confiança de 95% e significância estatística $\alpha = 0,05$.

Os aspectos comportamentais extraídos do *survey* dos professores foram analisados através de gráficos ilustrativos dos dados na escala *Likert*.

6.5 Resultados e Discussão

Neste estudo, investigamos os impactos que RE causou no desempenho dos estudantes longitudinalmente de acordo com as fases de intervenções executadas na escola. Para responder as questões de pesquisas, analisamos dados referentes a estudantes da 1ª Série do EM Regular Integral. Os dados coletados foram oriundos da participação de 15 professores e 38 estudantes os quais foram organizados conforme os recortes de análise, a saber: Fase 01 - Robótica Autodescoberta; Fase 02 - Robótica Fundamentada em Computação; e Fase 03 - Desempenho Final. Cada recorte de análise possui um quantitativo distinto de estudantes que pode ser verificado na Tabela 6.9.

Recorte de Análise	Controle	Experimental
Fase 01 - Robótica Autodescoberta	16	18
Fase 02 - Robótica Fundamentada em Computação	13	18
Fase 03 - Desempenho Final	13	18

Tabela 6.9: Quantitativo de estudantes por recorte de análise

6.5.1 Q1: Qual o impacto que a introdução da RE no EM causa no desenvolvimento do PC?

Para responder a primeira questão de pesquisa (Q1), inicialmente, realizamos uma exploração com análise gráfica do desempenho dos estudantes na prova Bebras no final de cada fase do ensino com RE (Robótica Autodescoberta e Robótica Fundamentada em Computação). Através do gráfico da distribuição do desempenho observamos que a frequência de estudantes com desempenho acima da média (distinguida pelas linhas em vermelho) evidencia ser maior no grupo experimental em relação ao grupo de controle, no Pós-Teste I (aplicado no final da Fase 01 - Robótica Autodescoberta). Entretanto, tomando como base o desempenho do estudante no Pós-Teste II (aplicado no final da Fase 02 - Robótica Fundamentada em Computação), não observamos que a frequência de estudantes com desempenho acima da média (distinguida pelas linhas em vermelho) é maior no grupo experimental em relação ao grupo de controle (ver Figura 6.4). Dessa maneira, verificamos indícios de que a Robótica

Autodescoberta pode impactar positivamente as habilidades do PC de estudantes da 1ª Série do EM Regular Integral.

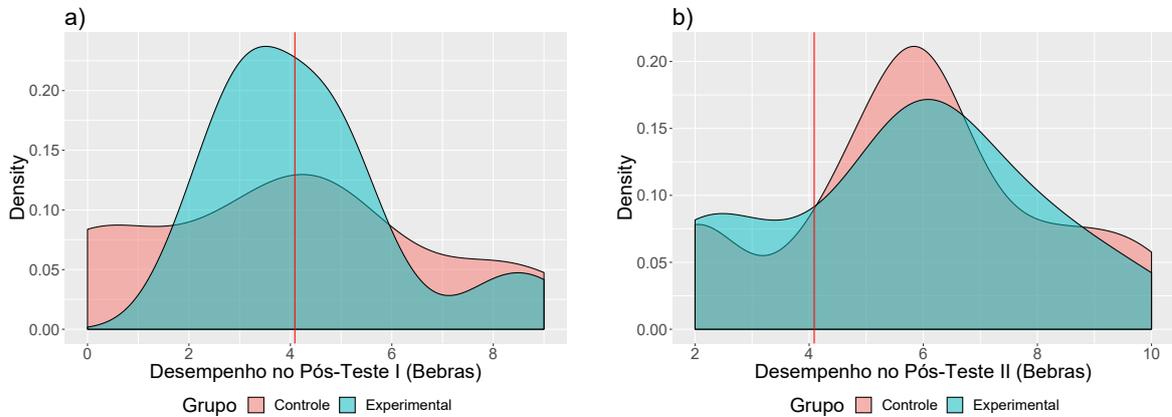


Figura 6.4: Distribuição do desempenho dos grupos de estudantes no Bebras: a) Pós-Teste I; b) Pós-Teste II

Bebras	Controle (C)		Experimental (E)		Diferença Média (%)
	Média	DP	Média	DP	
Pós-Teste I	3,18	2,94	4,33	1,87	36,16
Pós-Teste II	5,84	2,37	5,67	2,37	-2,91

Tabela 6.10: Média, desvio padrão e diferença média do desempenho dos grupos de estudantes no Bebras

De forma complementar, sabendo que 9 e 10 foram as notas máxima obtidas pelo grupo experimental no Pós-Teste I e Pós-Teste II, respectivamente, 9 e 10 foram obtidas pelo grupo de controle no Pós-Teste I e Pós-Teste II, respectivamente, analisamos a média e desvio padrão dos grupos de controle e experimental. Conforme os dados apresentados na Tabela 6.10, no Pós-Teste I, o desempenho dos estudantes do grupo experimental apresentou média superior em relação ao grupo de controle de 36,16% e um desvio padrão (DP) com menor variação, demonstrando que o grupo experimental apresenta um desempenho melhor que o grupo de controle. Em contra partida, no Pós-Teste II, o desempenho dos estudantes do grupo experimental apresentou média inferior em relação ao grupo de controle de -2,91% e um desvio padrão (DP) com variação similares entre ambos os grupos.

Na Figura 6.5 apresentamos o comportamento do desempenho de ambos os grupos no Pós-Teste I e Pós-Teste II e observamos que não existe diferença que favoreça o grupo experimental. No Pré-Teste I o grupo experimental demonstra uma menor variação no desempenho dos estudantes, sendo verificado que o número de estudantes do grupo controle que possuem média superior à média da turma é inferior a 50%. No Pós-Teste II a menor variação é verificada no grupo de controle, sendo verificado que o número de estudantes do grupo experimental que possuem média superior à média da turma é inferior a 50%. Nesse sentido, buscando confirmar os indícios de que a RE não causa efeito no PC de estudantes do EM Regular Integral aplicamos o *Teste-U* de *Mann-Whitney* com um nível de confiança de 95% e significância $\alpha = 0,05$.

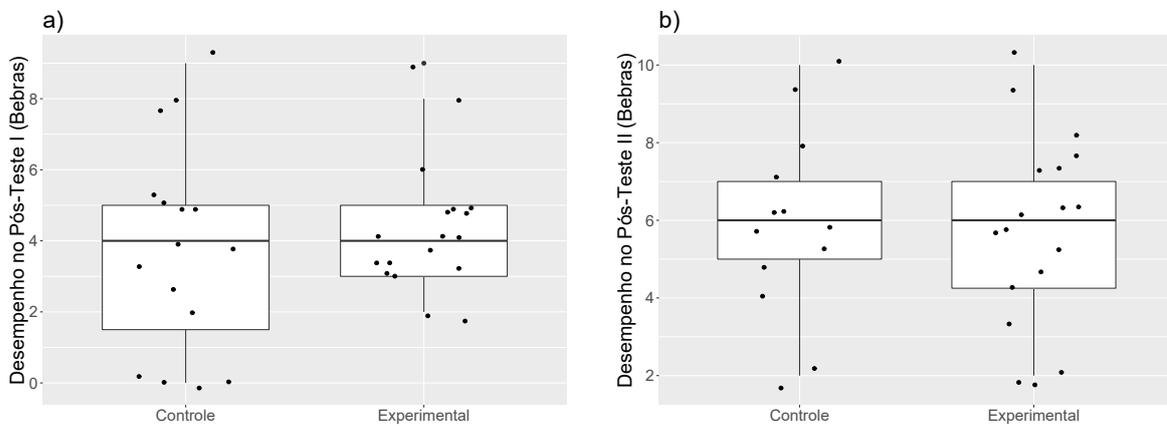


Figura 6.5: Desempenho dos grupos de estudantes no Bebras: a) Pós-Teste I; b) Pós-Teste II

Os dados relacionados ao *Teste-U* podem ser observados na Tabela 6.11, com os quais observamos o $p\text{-value} > \alpha$ para o Pós-Teste I e para o Pós-Teste II, assim, devemos aceitar a hipótese nula $H_{1.0}$: Não há indícios de que a introdução da RE na 1ª Série do EM Regular Integral impacta o desenvolvimento do PC; independente da metodologia (Robótica Autodescoberta ou Robótica Fundamentada em Computação).

Com os dados obtidos no *Teste-U* não constatamos diferenças significativas no desempenho dos grupos experimental e de controle tanto no Pós-Teste I, quanto no Pós-Teste II, uma vez que para esses cenários $p\text{-value} > \alpha$, não sendo factível, dessa forma, afirmar que a Robótica Autodescoberta e Fundamentada em Computação são capazes de impactar significativamente às habilidades do PC. No entanto, ao analisarmos o tamanho do efeito do grupo experimental sobre o grupo de controle com o apoio do d de Cohen [69], observamos um

Bebras	Teste-U	p-value	Cohen d	Tamanho do Efeito	(E > C) %
Pós-Teste I	157,5	0,64890	0,21	Pequeno	58%
Pós-Teste II	114,5	0,93510	0,07	Insignificante	52%

Tabela 6.11: Teste de hipótese e tamanho do efeito da Prova Bebras

efeito positivo atribuído à Robótica Autodescoberta (Pós-Teste I) e à Robótica Fundamentada em Computação (Pós-Teste II). Em conformidade com a métrica de avaliação de Cohen [69], para os dados apresentados na Tabela 6.11, a Robótica Autodescoberta apresentou um efeito pequeno, já a Fundamentada em Computação demonstrou um efeito insignificante sobre as habilidade do PC.

Ainda observando a Tabela 6.11, como d de Cohen é exatamente equivalente ao Z -score tabelado de uma distribuição normal padrão [26], a partir da consulta na tabela normal padrão verificamos que na fase da Robótica Autodescoberta (Pós-Teste I) o percentual dos estudantes do grupo experimental que apresentam uma média superior em relação ao grupo controle é de 58%, já na fase Robótica Fundamenta em Computação (Pós-Teste II) o percentual é de 52%.

Apesar do *Teste-U* não ter oferecido as evidências necessárias para rejeitar a hipótese nula $H_{1.0}$, o efeito da RE sobre as habilidades do PC no grupo experimental pode ser considerado positivo, visto que ao final da Robótica Autodescoberta 58% dos estudantes do grupo experimental obtiveram uma média superior em relação aos do grupo de controle, sendo classificado com um tamanho de efeito pequeno. Por sua vez, no final da Robótica Fundamentada em Computação, embora o tamanho do efeito seja classificado como insignificante, mais de 50% dos estudantes do grupo experimental obtiveram melhor desempenho quando comparados ao grupo de controle, indicando que a RE pode ajudar no desenvolvimento do PC.

Além disso, existem, ao longo da intervenção, bons resultados relacionados à aprendizagem qualitativa dos estudantes envolvidos que demonstram a importância do PC para sua vivência. No decorrer das atividades de intervenção, observamos a evolução no entendimento de conceitos da computação, bem como no processo de resolução de problemas o que auxiliou, com o passar do tempo, na execução das intervenções. Como os conteúdos traba-

lhados na Robótica Fundamentada em Computação não faziam parte do conteúdo programático da 1ª Série do EM da ECI, a compreensão de conceitos como algoritmos, estruturas de repetição e condicionais, por exemplo, eram recebidos pelos estudantes com estranheza o que possivelmente minimizou os efeitos causados sob o PC. No entanto, com o avançar das intervenções observamos a evolução dos estudantes, tanto no manuseio dos artefatos robóticos, quanto na aplicação prática dos conceitos da computação trabalhos. Ademais, é importante destacar que a conclusão das atividades no início das intervenções eram sempre comprometidas, sendo necessário estender a duração para as aulas seguintes. Com o avançar das atividades, a efetivação da proposta pedagógica passou a ser atingida de acordo com o planejamento, indicando que os estudantes passaram a aplicar conceitos que otimizaram a conclusão das atividades propostas. Consideramos que o trabalho destinado ao estímulo do PC pode ter auxiliado qualitativamente na evolução dos estudantes no sentido de resolver problemas aplicando os conceitos da computação trabalhados no âmbito das atividades com RE.

6.5.2 Q2: Qual o impacto que a introdução da RE no EM causa no aprendizado dos componentes curriculares?

Para responder a segunda questão de pesquisa (Q2), consideramos os agrupamentos dos componentes curriculares no final de cada fase do ensino com RE (Robótica Autodescoberta e Robótica Fundamentada em Computação), assim como na fase 03, para verificar o desempenho final do ano letivo de 2018 dos estudantes.

A partir dos dados expostos na Tabela 6.12, observamos que o percentual de estudantes do grupo experimental que apresentam nos agrupamentos dos componentes curriculares uma média superior em relação ao grupo controle, varia entre 6,17% a 15,86% na Fase 01 (Robótica Autodescoberta), entre 4,4% a 22,42% na Fase 02 (Robótica Fundamentada em Computação), e por fim, entre 0,0% a 13,68% no desempenho final do estudantes na Fase 03 (Média Anual). Embora seja verificado, em algumas fases dos agrupamentos, que a diferença média é negativa, fato que indica melhor desempenho do grupo de controle, através dos dados positivos é possível observar indícios de que a RE, seja Autodescoberta ou Fundamentada em Computação, pode impactar no ensino dos componentes curriculares da 1ª Série do EM

Regular Integral.

Essas observações indicam que há uma diferença real no desempenho dos grupos e um efeito positivo atribuído à robótica, haja visto que os estudantes do grupo experimental, na maioria dos casos, tendem a apresentar um desempenho superior nos componentes curriculares em relação ao grupo de controle, na Robótica Autodescoberta, na Fundamentada em Computação, assim como no desempenho final do ano letivo de 2018. Nesse sentido, para refutar a hipótese nula H2.0: Não há indícios de que a robótica na 1ª Série do EM Regular Integral favorece o ensino dos componentes curriculares; aplicamos o *Teste-U* de *Mann-Whitney* com um nível de confiança de 95% e significância $\alpha = 0,05$.

Agrupamento	Fase	Controle (C)		Experimental (E)		Diferença
		Média	DP	Média	DP	Média (%)
Ciências da Natureza	Fase 01 (2º Bimestre)	5,36	0,950	6,21	1,32	15,86
	Fase 02 (3º Bimestre)	5,13	0,890	6,28	1,53	22,42
	Fase 03 (Média Anual)	5,41	0,910	6,15	1,31	13,68
Linguagens	Fase 01 (2º Bimestre)	7,38	0,550	7,12	0,67	-3,59
	Fase 02 (3º Bimestre)	6,87	0,830	7,20	1,43	4,80
	Fase 03 (Média Anual)	7,26	0,410	7,30	0,92	0,51
Ciências Humanas	Fase 01 (2º Bimestre)	6,97	0,470	7,40	0,60	6,17
	Fase 02 (3º Bimestre)	7,30	0,500	6,98	0,82	-4,38
	Fase 03 (Média Anual)	6,70	0,500	6,97	0,87	4,09
Matemática	Fase 01 (2º Bimestre)	6,75	1,780	5,11	2,33	-24,30
	Fase 02 (3º Bimestre)	6,01	1,640	3,78	2,70	-37,10
	Fase 03 (Média Anual)	5,37	1,500	5,42	1,90	0,97
Parte Diversificada	Fase 01 (2º Bimestre)	7,60	0,590	7,50	0,2	-1,32
	Fase 02 (3º Bimestre)	7,05	0,450	7,36	0,53	4,40
	Fase 03 (Média Anual)	7,41	0,360	7,41	0,32	0,00

Tabela 6.12: Média, desvio padrão e diferença média do desempenho dos grupos de estudantes nos agrupamentos dos componentes curriculares

Os dados obtidos com o *Teste-U* podem ser observados na Tabela 6.13, com eles, verificamos um $p\text{-value} < \alpha$ nos agrupamentos de Ciências da Natureza na Fase 01 (Robótica Autodescoberta) e Fase 02 (Robótica Fundamentada em Computação), em Linguagens na

Fase 02, em Ciências Humanas na Fase 01 e na Parte Diversificada na Fase 02; dessa forma rejeitamos a hipótese nula H2.0: Não há indícios de que a introdução da RE no EM impacta o aprendizado dos componentes curriculares; e aceitamos a hipótese alternativa H2.1: A introdução da RE no EM impacta o aprendizado dos componentes curriculares.

É importante destacar que no componente curricular de Matemática, a Fase 01 e Fase 02 resultou $p\text{-value} < \alpha$, no entanto, esses fazem parte dos cenários em que a diferença média entre o desempenho dos grupos de controle e experimental é negativa, indicando que os estudantes do grupo de controle possuem melhor desempenho quando comparados ao grupo experimental. Essa realidade pode ser justificada por vários fatores, o principal, pode estar relacionado ao aspecto do componente curricular em cada grupo ser conduzido por professores distintos. Cada professor possui uma metodologia, estratégias de planejamento, aspectos avaliativos, formação docente, entre outras variáveis que podem refletir na condução do trabalho em sala de aula, sobretudo no ensino e avaliação, condições que refletem diretamente neste estudo, uma vez que, o desempenho construído pelo estudante ao longo do componente curricular foi considerado como referência para as análises.

Com os dados obtidos no *Teste-U* não observamos diferenças significativas entre o desempenho dos grupos de controle e experimental nos demais agrupamentos dos componentes curriculares uma vez que para esses cenários $p\text{-value} > \alpha$, não sendo factível, dessa forma, afirmar que a robótica, seja ela Autodescoberta ou Fundamentada em Computação, é capaz de impactar significativamente o ensino desses componentes curriculares. No entanto, ao analisar o tamanho do efeito do grupo experimental sobre o grupo de controle com o apoio do d de Cohen [69] nesses cenários, observamos um efeito positivo atribuído à robótica, seja ela Autodescoberta (01 Fase) ou Fundamentada em Computação (02 Fase).

Em conformidade com a métrica de avaliação de Cohen [69], para os dados apresentados na Tabela 6.13, no agrupamento de Ciências da Natureza, a Robótica Autodescoberta causou um efeito médio, a Fundamentada em Computação um efeito grande e a inserção da robótica de uma forma geral causou no desempenho final dos estudantes um efeito médio. Em Linguagens, a Robótica Autodescoberta e Fundamentada em Computação causou um efeito pequeno. No agrupamento de Ciências Humanas, por sua vez, a Robótica Autodescoberta causou um efeito médio e a Robótica Fundamentada em Computação assim como a inserção da robótica de uma forma geral causou, no desempenho final dos estudantes, um efeito

Agrupamento	Fase	Teste-U	p-value	Cohen d	Tamanho do Efeito	(E > C) %
Ciências da Natureza	Fase 01 (2º Bimestre)	202,0	< 0,05	0,73	Médio	76%
	Fase 02 (3º Bimestre)	182,5	< 0,05	0,88	Grande	81%
	Fase 03 (Média Anual)	152,0	0,16720	0,60	Médio	72%
Linguagens	Fase 01 (2º Bimestre)	114,5	0,31690	0,42	Pequeno	66%
	Fase 02 (3º Bimestre)	166,5	< 0,05	0,27	Pequeno	60%
	Fase 03 (Média Anual)	153,0	0,15740	0,04	Insignificante	51%
Ciências Humanas	Fase 01 (2º Bimestre)	218,0	< 0,05	0,79	Médio	78%
	Fase 02 (3º Bimestre)	87,0	0,23750	0,46	Pequeno	67%
	Fase 03 (Média Anual)	157,0	0,11380	0,36	Pequeno	64%
Matemática	Fase 01 (2º Bimestre)	77,0	< 0,05	0,78	Médio	78%
	Fase 02 (3º Bimestre)	50,0	< 0,05	0,96	Grande	83%
	Fase 03 (Média Anual)	111,0	0,82440	0,05	Insignificante	51%
Parte Diversificada	Fase 01 (2º Bimestre)	95,0	0,09128	0,21	Pequeno	58%
	Fase 02 (3º Bimestre)	178,0	< 0,05	0,62	Médio	73%
	Fase 03 (Média Anual)	115,5	0,96800	0,03	Insignificante	51%

Tabela 6.13: Teste de hipótese e tamanho do efeito nos agrupamentos dos Componentes Curriculares

pequeno. Por fim, no agrupamento Parte Diversificada, a Robótica Autodescoberta causou um efeito pequeno e a Fundamentada em Computação um efeito médio. Não obstante, no agrupamento de Linguagem, Matemática e Parte diversificada o efeito causado pela RE sob o desempenho final dos estudantes é indiferente. O efeito da Robótica Autodescoberta e Fundamentada em Computação sobre o componente curricular de matemática não favorece o grupo experimental, uma vez que nesses cenários o grupo de controle se apresentou melhor que o grupo experimental.

Contudo, observamos que o impacto da RE é positivo e significativo no aprendizado dos componentes curriculares da 1ª Série do EM Regular Integral no agrupamentos de Ciências da Natureza, Linguagens, Ciências Humanas e da Parte Diversificada, demonstrando que é possível melhorar o ensino e aprendizagem de conceitos das ciências quando a RE é inserida no cotidiano escolar.

Ainda observando a Tabela 6.11, como d de Cohen é exatamente equivalente ao Z -score

tabelado de uma distribuição normal padrão [26], a partir da consulta na tabela normal padrão verificamos que na fase da Robótica Autodescoberta o percentual dos estudantes do grupo experimental que apresentam uma média superior em relação ao grupo controle varia entre 58% a 78%, já na fase Robótica Fundamenta em Computação entre 60% a 81% e na média anual do estudantes entre 51% e 76%.

Para complementar este estudo, consideramos ainda a interpretação de aspectos comportamentais dos estudantes realizada pelos professores ao longo do ano letivo de 2018. Questionamos os professores sobre participação, argumentação e aprendizagem dos estudantes dos grupos de controle e experimental através de um *survey* na escala *Likert* (Apêndice B) e construímos um comparativo entre os grupos de controle e experimental, antes (1º bimestre) e após (4º bimestre) a introdução da RE na vivência escolar dos mesmos, das seguintes afirmações:

- Os estudantes participaram efetivamente em minha disciplina. As atividades de participação podem ser realização das atividades, posicionamento em discussões em sala, assiduidade em aulas. Os estudantes participaram efetivamente em minha disciplina.
- A qualidade dos argumentos dos estudantes em discussões durante minhas aulas foi satisfatória. Os argumentos foram críticos, científicos e alinhados com os conteúdos estudados.
- Os estudantes demonstraram facilidade em aprender (independente dos resultados obtidos em atividades avaliativas) em minha disciplina.

Os dados obtidos apontam que os estudantes do grupo experimental, após as atividades com RE, aumentaram a participação em 43,75% dos componentes curriculares. Por sua vez, os estudantes do grupo de controle, aumentaram a participação em 6,24% dos componentes curriculares (ver Figura 6.6).

No que se refere à qualidade dos argumentos dos estudantes, após as atividades com RE, os professores aumentaram a satisfação com a qualidade dos argumentos dos estudantes em seus componentes curriculares em 62,5%, enquanto no grupo de controle esse aumento correspondeu apenas a 56,25% (ver Figura 6.7).

Visando entender o desenvolvimento dos estudantes de uma perspectiva observacional, questionamos os professores sobre a facilidade de aprendizagem dos estudantes, antes e após

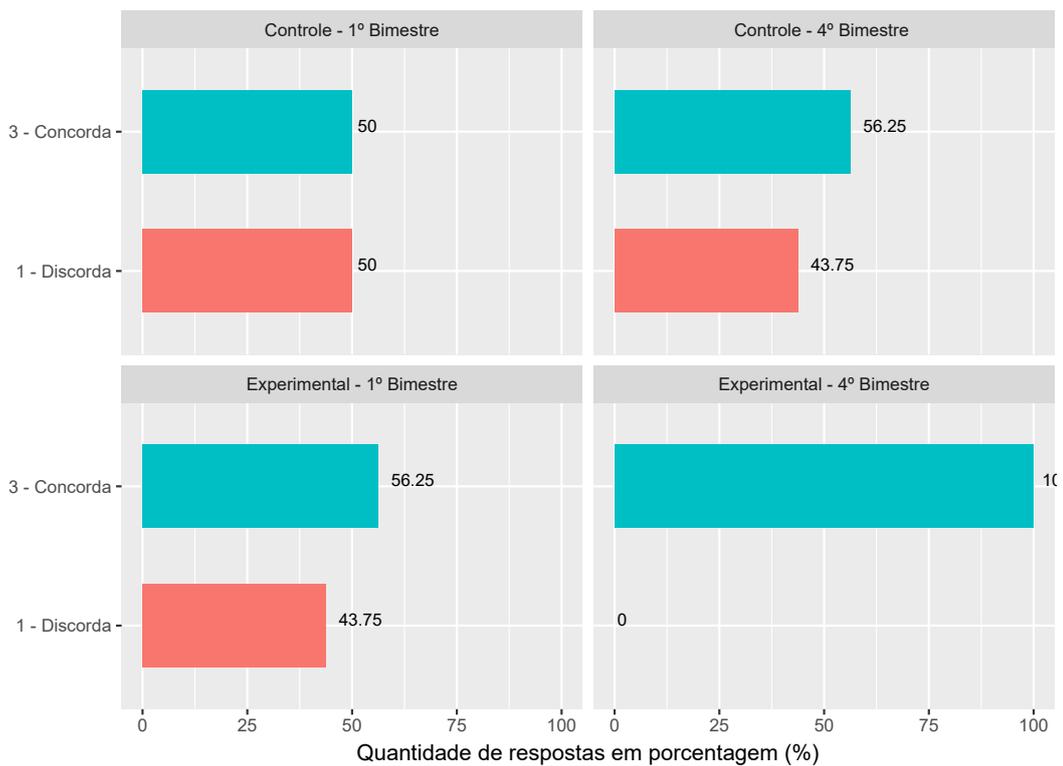


Figura 6.6: Os estudantes participaram efetivamente em meu componente curricular.

as atividades com RE. No grupo experimental, após as atividades com RE, a facilidade de aprendizagem foi verificada em 100% (16) dos componentes curriculares, enquanto no grupo de controle, foi em apenas 25% (ver Figura 6.7).

Embora o *Teste-U* não tenha oferecido evidências para assegurar a significância da robótica em todas as fases dos agrupamentos, consideramos, com os dados apresentados, que as metodologias aplicadas neste estudo podem influenciar o desenvolvimento de estudantes da 1ª Série do EM Regular Integral. Através dos dados referentes ao desempenho dos estudantes (Bebras e componentes curriculares) observamos que o grupo experimental em que a RE foi inserida, demonstra um desempenho superior ao grupo de controle que não teve contato com a RE. Em complemento, as observações obtidas com os professores corroboram com os dados obtidos nas análises, fortalecendo dessa forma a hipótese alternativa H2.1: A robótica na EB favorece o ensino dos componentes curriculares.

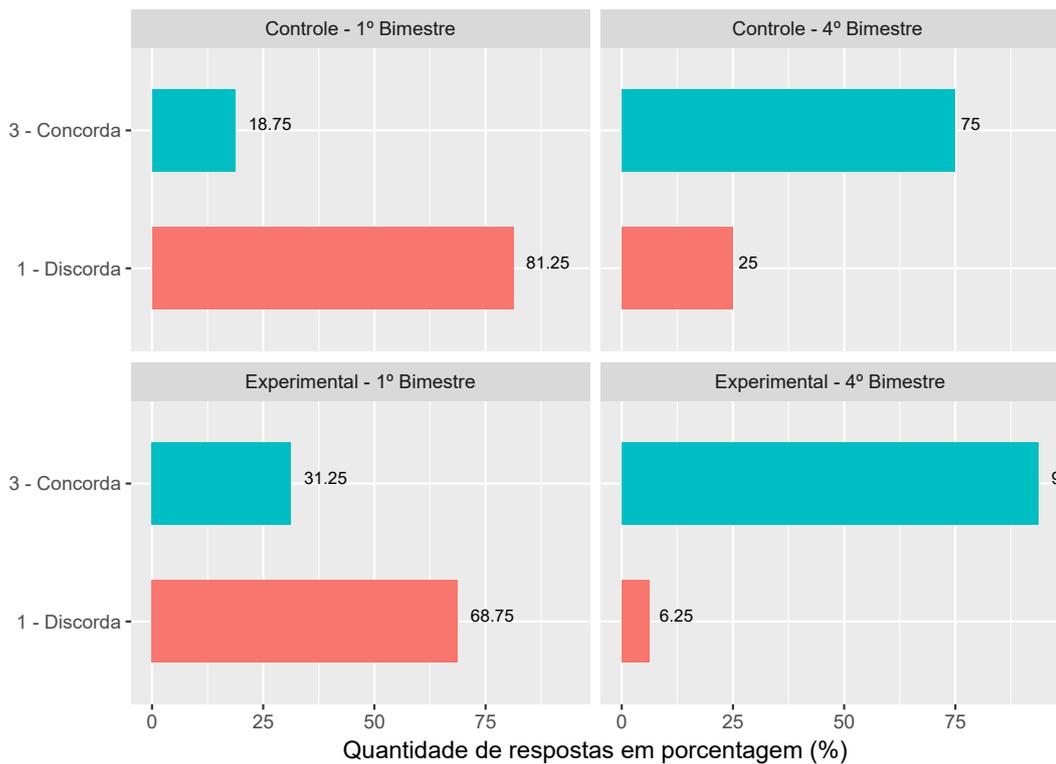


Figura 6.7: A qualidade dos argumentos dos estudantes em discussões durante meu componente curricular foi satisfatória.

6.6 Ameaças à Validade

Neste estudo, consideramos as mesmas ameaças à validade de Constructo (fatores humanos), Interna (história, maturação, seleção, mortalidade seletiva, contaminação e instrumentação), Externa (participantes e configuração do experimento) e Conclusão (Violação de pressupostos estatísticos) apresentadas no estudo do Capítulo 5 somados às seguintes ameaças específicas do contexto:

6.6.1 Validade Interna

- **Maturação:** Os estudantes podem ter se apropriado da prova do Bebras ao longo de suas reaplicações, o que possivelmente auxiliou na resolução das questões propostas. Além disso, por serem as mesmas questões, os estudantes podem ter se desmotivado

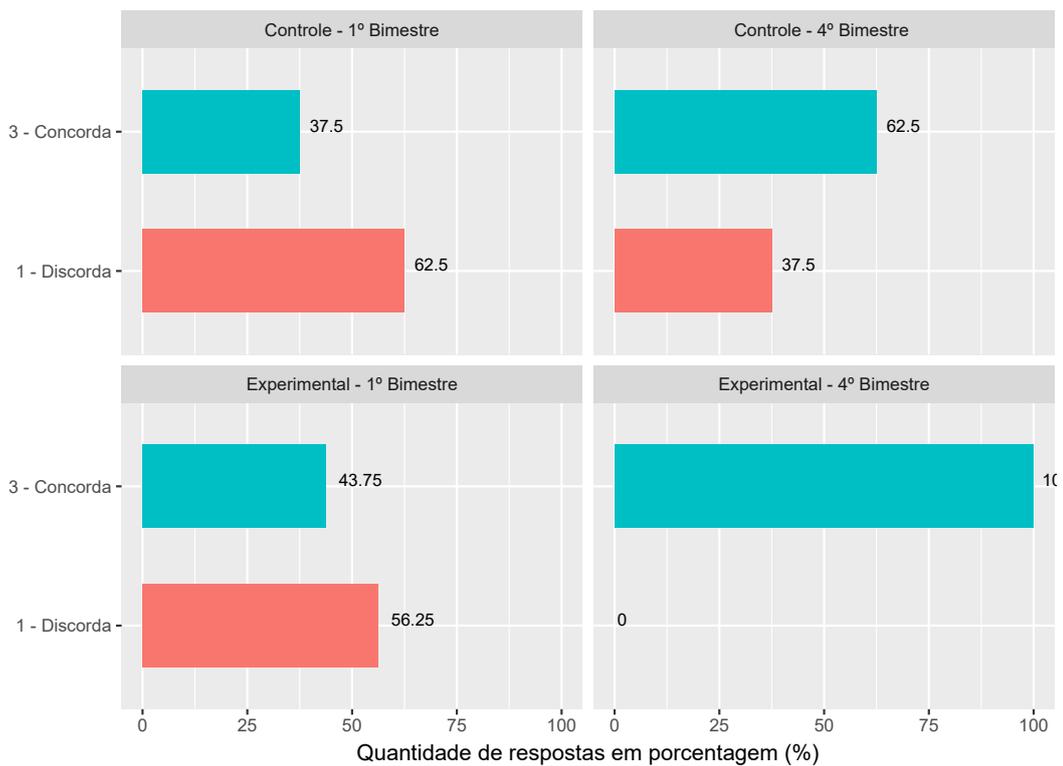


Figura 6.8: Os estudantes demonstram facilidade em aprender (independente dos resultados obtidos em atividades avaliativas).

ao longo das reaplicações do Bebras, assim como durante as aulas de intervenções, uma vez que não faziam parte do conteúdo avaliado pela escola.

- **Contaminação:** Como a robótica desperta o interesse de muitos estudantes, durante a realização das atividades (provas do Bebras, *survey* e/ou aulas de intervenções) os estudantes dos grupos experimental e controle podem ter compartilhado conhecimentos. A pontuação extra oferecida pode ter motivado os estudantes do grupo de controle.

6.6.2 Validade Externa

- **Participantes:** Considerando que a amostra utilizada no estudo não possui uma relevância estatística alta, a generalização dos resultados para outras populações de estudantes não é praticável.

6.6.3 Validade de Conclusão

- **Baixo poder estatístico:** O pequeno número de estudantes participantes em cada recorte de análise levantou a ameaça de baixo poder estatístico.

6.7 Conclusão

O estudo descrito neste capítulo buscou estimular o desenvolvimento das habilidades relacionadas ao PC no decorrer de atividades com RE no contexto da EM, bem como identificar suas relações com o aprendizado das ciências do currículo. Para isso, propomos intervenções com RE na 1ª Série do EM Regular Integral, em uma ECI do governo da Paraíba, localizada na cidade de Campina Grande. Organizamos as intervenções em duas etapas intituladas de Robótica Autodescoberta e Robótica Fundamentada em Computação, onde aconteceram aulas, aplicações de *survey* e da prova do Bebras. A Robótica Autodescoberta objetivou a promoção da autonomia dos estudantes através de atividades planejadas para estimular as habilidades PC e da interação com materiais robóticos apoiados em saberes oriundos das ciências. Por sua vez, na Robótica Fundamentada em Computação pautamos as atividades no aprendizado estruturado de robótica com base em fundamentos da computação.

Para a avaliação dos efeitos da RE nas habilidade do PC, consideramos o desempenho dos estudantes na prova do Bebras, aplicada após cada fase das intervenções. Em se tratando dos efeitos que a RE causou no ensino dos componentes curriculares, consideramos os desempenhos bimestrais e anuais dos estudantes nos componentes curriculares. Fundamentamos o estudo na metodologia de pesquisa-intervenção com um *design* estruturado em dois grupos de estudantes (de controle e experimental).

Com os resultados obtidos, não é possível concluir estatisticamente que os estudantes que tiveram contato com as metodologias de ensino proposta neste estudo, obtiveram um melhor desempenho na prova do Bebras aplicadas após cada fase das intervenções. No entanto, essa constatação pode estar relacionada às ameaças internas, uma vez que os conteúdos trabalhados nas aulas de intervenções não faziam parte do conteúdo avaliado pela escola. Diante dessas ameaças à validade, que não puderam ser tratadas, conforme descrito ao longo deste capítulo, consideramos que os resultados advindos da análise da primeira questão de pesquisa (Q1) são inconclusivos. Desse modo, destacamos como importante a realização de estudos

complementares no cenário do EM Regular Integral de forma a obter resultados com menos interferências. Além disso, avaliamos que uma análise mais aprofundada dos aspectos qualitativos referentes à evolução dos estudantes no sentido de resolver problemas aplicando os conceitos da computação, pode apresentar evidências que complementariam positivamente os resultados obtidos nos testes de hipótese, bem como às informações extraídas do *survey* dos professores.

No que se refere aos componentes curriculares, os resultados obtidos nos permitem considerar que as metodologias aplicadas neste estudo (Robótica Autodescoberta e Robótica Fundamentada em Computação), podem influenciar o desenvolvimento de estudantes da EB, já que os estudantes que tiveram contato com a RE apresentaram um desempenho superior quando comparados aos que não tiveram contato com a RE, fatores que foram complementados com as observações dos professores. Não obstante, os resultados obtidos no componente curricular de Matemática, impossibilitam o cumprimento dos pressupostos de todos os recursos estatísticos utilizados, uma vez que, através da diferença média entre o desempenho dos grupos, observa-se que o grupo de controle possui desempenho superior quando comparado ao grupo experimental. Esse fato pode estar relacionado às ameaças internas de instrumentação, visto que em cada grupo o componente curricular foi conduzido por professores distintos. Cada professor possui uma metodologia, estratégias de planejamento, aspectos avaliativos, formação docente, entre outras variáveis que podem refletir na condução do trabalho em sala de aula, sobretudo no ensino e avaliação, condições que refletem diretamente neste estudo, dado que, consideramos o desempenho construído pelo estudante ao longo do componente curricular como referência para as análises.

Capítulo 7

Lições Aprendidas

Em estudos, sobretudo aqueles longitudinais, fatores procedentes das práticas vivenciadas colaboram com o entendimento dos problemas trabalhados e ajudam na consolidação das lições aprendidas. Para Gouveia *et al.* [41], as lições aprendidas são relatos que explicam o que foi aprendido ou entendido ao longo de uma experiência, seja ela positiva ou negativa. Elas descrevem as constatações de intuições, dificuldades enfrentadas, a análise das variáveis que causaram as dificuldades e o que foi aprendido no decorrer da realização do estudo.

Ao longo das atividades deste estudo, realizamos observações acerca das ações comportamentais dos participantes, as quais, eram diariamente registradas em um Diário de Bordo. A observação é uma estratégia para a coleta de dados que permite o entendimento de particularidades do cenário analisado [93]. Dessa forma, com o registro no Diário de Bordo, preservamos acontecimentos importantes que auxiliaram na construção das lições aprendidas deste estudo.

Neste Capítulo, apresentaremos os principais pontos aprendidos neste estudo, os quais estão diretamente relacionados com a estrutura física dos laboratórios de robótica das escolas, aos resultados obtidos e às características metodológicas.

7.1 Quanto a não Utilização dos Laboratórios de Robótica

O Governo da Paraíba iniciou no ano de 2012, o investimento em materiais de robótica para as escolas de EM de todo o estado. A proposta inicial teve como objetivo incentivar o ensino das ciências de forma interdisciplinar através da metodologia criada pela *Brink*

Mobil[®] e os materiais da *Fischertechnik*[®]. Não obstante, a concretização desse objetivo enfrenta adversidades impossibilitando que a robótica seja aplicada efetivamente.

As escolas onde realizamos este estudo foram contempladas com os materiais de robótica disponibilizados pelo governo da Paraíba, no entanto, não aplicavam os recursos efetivamente com os estudantes. A EPT recebeu os primeiros materiais no ano de 2013 e, embora ofereça o curso Técnico em Informática de nível médio, os recursos não eram usados no dia-a-dia da escola, realidade também evidenciada na ECI que, por sua vez, recebeu parte dos materiais de robótica no ano de 2015. As iniciativas de uso do recurso em ambas as escolas, até as aulas de intervenções que propomos neste estudo, foram motivadas por eventos de exposição, onde um professor era designado para acompanhar um grupo de estudantes na montagem de projetos seguindo os manuais de montagem da *Fischertechnik*[®] e após, expor as produções em eventos de robótica.

Existem diversos fatores que influenciaram essas escolas a não utilizarem os recursos de robótica. Em nosso estudo [51], descrevemo-los sob a perspectiva dos estudantes e da direção escolar. Com o estudo, identificamos que a aplicação da RE pode ser influenciada pela estrutura física, limitações dos materiais didáticos, manutenção dos equipamentos eletrônicos, ausência ou falta de formação continuada dos profissionais. Tais fatores impactam a motivação e aprendizado de estudantes e professores no contexto do projeto *Brink Robótica* das EPT e ECI que investigamos.

Considerando a realidade das escolas participantes deste estudo, estendemos as questões do *survey* dos professores que exploravam o contato com RE para professores de outras escolas estaduais da Paraíba, através de um formulário *online*. Com essa extensão, buscamos confirmar ou identificar novos dados que justifiquem a não utilização dos recursos de RE nas escolas da Paraíba. Com o *survey*, de outubro a dezembro de 2018, coletamos dados de 62 professores, valor que de acordo com o censo 2018 representa 0,45% dos professores atuantes na rede de ensino de EB do estado da Paraíba no mesmo ano. Os professores respondentes estão lotados em 23 cidades, sendo 9,7% (6) da mesorregião Mata Paraibana, 12,9% (8) da Borborema, 12,9% (8) do Sertão Paraibano e 64,5% (40) do Agreste Paraibano, contemplando dessa forma, todas as mesorregiões do estado (ver Figura 7.1).

Dos 61 professores que responderam o *survey*, 48,4,9% (29) conhecem os materiais de RE da escola e 51,6% (32) não. Quanto ao uso dos materiais, 33,9% (21) utilizam recursos de

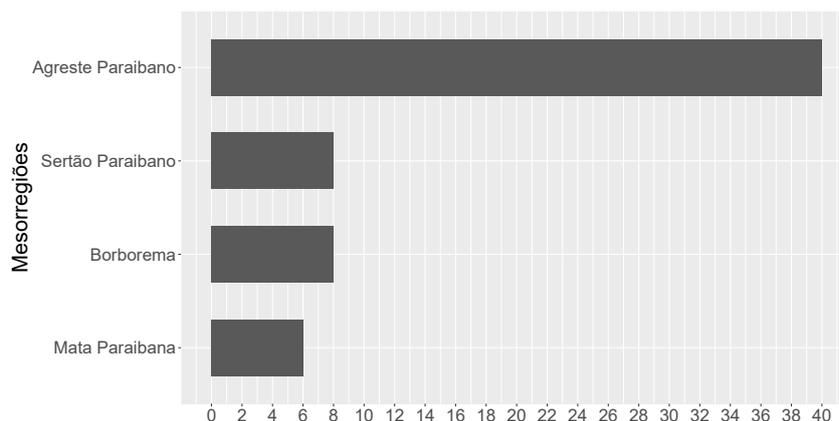


Figura 7.1: Distribuição dos professores por mesorregiões

RE em sala de aula e 66,1% (41) não. Os motivos que justificam a não utilização dos recursos da RE nas escolas estaduais da Paraíba por professores são: 56,1% (23) acreditam que o componente curricular que leciona pode ser trabalhado com RE, no entanto, não dispõem de conhecimento sobre RE ou sobre os materiais disponíveis na escola; 19,51% (8) deles não dispõem de tempo para planejar ou aplicar aulas com RE; 7,32% (3) não enxergam formas de trabalhar com RE no componente curricular que leciona; 4,88% (2) não dispõem de materiais de RE na escola em que lecionam; 4,88% (2) possuem outros motivos; 2,44% (1) destacam que as capacitações são exclusivas aos professores de exatas; 2,44% (1) afirmam que os materiais de RE são retidos pela administração escolar; e por fim, 2,44% (1) destacam que os materiais de RE estão sucateados (ver Tabela 7.1).

Motivos	Quantidade (%)
Embora acredite que o componente curricular que leciona possa ser trabalhado com RE, não possui conhecimentos sobre RE ou sobre os materiais de RE disponíveis na escola	23 (56,1%)
Não dispõe de tempo para organizar ou aplicar aulas com RE	8 (19,51%)
Não enxerga formas de trabalhar com RE no componente curricular que leciona	3 (7,32%)
A escola não possui materiais de RE	2 (4,88%)
Outros motivos	2 (4,88%)
As capacitações são restritas aos professores de exatas	1 (2,44%)
Os materiais são retidos pela administração escolar	1 (2,44%)
Os materiais estão sucateados	1 (2,44%)
Total	41

Tabela 7.1: Motivos de não utilizarem a RE

Dos professores que de alguma forma buscam utilizar a RE em sala de aula, 86,2% (25) afirmam que enfrentam dificuldades na operacionalização do uso da RE. Na Tabela 7.2 apresentamos as razões das dificuldades encontradas pelos professores. É importante destacar que ocorreram a indicação de vários motivos por um único professor, assim, contabilizamos a ocorrência de cada motivo. A ausência e/ou limitação da estrutura física dos laboratórios de RE das escolas foi citado por 44% (11) dos professores; a ausência e/ou limitação de formação por 40% (10); a falta de manutenção dos equipamentos por 28% (7); e por fim, a escassez e/ou limitação do material didático para realização de atividades por 24% (6).

Dificuldades	Sim	Não
Devido a ausência e/ou limitação da estrutura física do laboratório de RE	11 (44%)	14 (56%)
Devido a ausência e/ou limitação de formação (capacitação)	10 (40%)	15 (60%)
Devido a falta de manutenção dos equipamentos de RE	7 (28%)	19 (72%)
Devido a escassez e/ou limitação do material didático para realização de atividades	6 (24%)	18 (76%)

Tabela 7.2: Dificuldades encontradas pelos professores no uso da RE

Com os dados acima descritos, observamos que assim como nas escolas que realizamos o presente estudo, outras escolas do estado da Paraíba demonstram dificuldades em operacionalizar a RE como recurso didático. A ausência de uma estrutura física, que comporte a dinâmica de uma aula com RE, é o principal fator que inviabiliza a ação dos professores que buscam utilizar o recurso em sala de aula, seguindo da ausência, ou até mesmo limitações na formação docente. Habitualmente os professores da EB não são contemplados com uma formação acadêmica tecnológica, ficando dessa forma, necessitando de formações complementares para acompanhar as mudanças tecnológica no ambiente escolar. Essas limitações implicam na não utilização do RE e no comprometimento das iniciativas de uso.

Ademais, questões como restrições ou impedimento do uso por parte da administração escolar, citado por alguns professores, apontam que a limitação de formação transcende o espaço de sala de aula e refletem nas decisões administrativas escolar. Assim, consideramos necessário que a comunidade escolar de forma geral enxergue os recursos tecnológicos como instrumentos a serem utilizados no dia-a-dia e não como equipamentos que devem ser preservados em vitrines.

Nesse sentido, a etapa de organização dos laboratórios que realizamos neste estudo foi uma pré-condição para a realização das demais. As condições que nos deparamos no pri-

meio contato com os laboratórios de robótica das escolas, inviabilizariam a realização de atividades com RE pautadas no ensino, percalços que foram minimizados com o trabalho realizado. Entretanto, é importante destacar que não conseguimos mitigar problemas relacionados ao tamanho do espaço físico, climatização e manutenção dos materiais de RE, os quais influenciaram diretamente o andamento das aulas de intervenções propostas neste estudo. Como realizamos total ou parcialmente, as aulas de intervenção em parceria com os professores titulares de Física e de Lógica Matemática e Programação, esses foram indiretamente capacitados em nossa metodologia. Como consequência, com a nossa saída do ambiente escolar, eles passaram a utilizar os recursos de RE como instrumento para o ensino de seus componentes curriculares.

De modo geral, tomando como base a realidade das escolas de EB do estado da Paraíba, aprendemos que, para a utilização dos recursos de RE, é necessário considerar fatores físicos, estruturais e metodológicos como base para utilização dos recursos de RE distribuídos pelo governo do estado no âmbito do projeto *Brink Robótica*.

7.2 Quanto aos Resultados Obtidos

Os resultados relacionados com o desempenho dos estudantes nos componentes curriculares que apresentamos neste estudo, foram organizados em agrupamentos seguindo as orientações da BNCC e das matrizes curriculares das escolas. Nessa circunstância, obtivemos confirmações estatísticas para, em ambas as escolas (EPT e ECI), confirmar que a RE pode ajudar no aprendizado dos agrupamentos dos componentes curriculares, no entanto, não verificamos as evidências em todos os agrupamentos.

Nessa conjuntura, buscando entender melhor os dados correlatos, estendemos os testes estatísticos dos agrupamentos para os componentes curriculares individualmente. Observamos que todos os agrupamentos que não resultaram em evidências positivas, existem componentes curriculares da BNCC com resultados positivos e significativos, como: Artes, Língua Portuguesa, Língua Espanhola, Língua Inglesa, Educação Física, Biologia, Sociologia, Geografia, Filosofia, História, Química, Física.

Desse modo, entendemos que o resultado real do impacto da RE sobre o aprendizado dos componentes curriculares pode ser superior aos resultados obtidos por agrupamentos, pois ao

agrupar o desempenho dos componentes curriculares, os dados são balanceados e podemos camuflar impactos importantes. Além disso, é importante entender que cada componente curricular possui afinidades diferentes com a RE, ou seja, cada um pode ser impactado singularmente, com maior ou menor intensidade.

Acreditamos que as atividades com RE desenvolvidas com os estudantes, por terem sido de natureza prática, tenham auxiliado no processo de compreender e relacionar os conceitos estudados, nesses componentes curriculares, com situações do mundo real. Essa capacidade de relacionar conceitos teóricos com situações concretas, que é intimamente relacionada às habilidades do PC, pode auxiliar diretamente no aprender explicando, dessa forma, os resultados obtidos individualmente nos componentes curriculares citados.

7.3 Quanto às Relações entre PC e os Componentes Curriculares

De forma complementar, aplicamos o teste de Correlação de *Spearman r* com o objetivo de analisar a correlação existente entre o desempenho em PC (Prova do Bebras) e dos componentes curriculares dos estudantes [1]. Com os dados da Tabela 7.3, observamos que no grupo experimental da EPT todas as fases dos agrupamentos possuem uma correlação positiva entre o desempenho em PC e o desempenho dos componentes curriculares. Enquanto isso, no grupo de controle, observamos predominância de correlações negativas, demonstrando que o desempenho dos estudantes em PC e nos componentes curriculares, comumente, andam em sentidos opostos, situação diferente do grupo experimental que em todos os casos quando o desempenho do PC tende a ser maior, o desempenho nos componentes curriculares também seguem a mesma tendência.

Seguindo as definições da intensidade da correlação de *Spearman* [1], no grupo experimental da EPT consideramos como muito fraca a correlação da Fase 01 de Ciências Humanas; como fraca as correlações da Fase 01 e Fase 02 de Ciências da Natureza, Fase 02 de Linguagens e Formação para o Trabalho, Fase 01 de Matemática e Formação para Profissional. Nos demais cenários da EPT, consideramos as correlações como moderada. No grupo experimental da ECI consideramos como muito fraca as correlações da Fase 01 de Ciências da Natureza e Matemática e da Fase 02 da Parte Diversificada; como fraca as correlações

da Fase 01 de Ciências da Natureza e Ciências Humanas, Fase 01 e Fase 02 de Linguagens, Fase 02 de Matemática e Fase 01 e Fase 03 da Parte Diversificada. Nos demais cenários da EPT, consideramos as correlações como moderada.

Agrupamento	Fase	EPT		ECI	
		Controle (E)	Experimental (E)	Controle (E)	Experimental (E)
Ciências da Natureza	Fase 01 (2º Bimestre)	-0,40	0,32	0,61	0,09
	Fase 02 (3º Bimestre)	-0,23	0,50	0,22	0,41
	Fase 03 (Média Anual)	-0,25	0,53	-0,06	0,61
Linguagens	Fase 01 (2º Bimestre)	-0,36	0,63	0,43	0,18
	Fase 02 (3º Bimestre)	0,21	0,34	-0,10	0,17
	Fase 03 (Média Anual)	-0,20	0,70	-0,04	0,56
Ciências Humanas	Fase 01 (2º Bimestre)	-0,51	0,01	0,35	0,27
	Fase 02 (3º Bimestre)	0,41	0,46	0,20	0,70
	Fase 03 (Média Anual)	-0,31	0,57	0,07	0,63
Matemática	Fase 01 (2º Bimestre)	0,11	0,34	0,46	0,07
	Fase 02 (3º Bimestre)	0,26	0,57	0,25	0,50
	Fase 03 (Média Anual)	-0,001	0,57	0,24	0,60
Formação Profissional	Fase 01 (2º Bimestre)	-0,04	0,38	-	-
	Fase 02 (3º Bimestre)	-0,11	0,56	-	-
	Fase 03 (Média Anual)	0,04	0,58	-	-
Formação para o Trabalho	Fase 01 (2º Bimestre)	-0,33	0,67	-	-
	Fase 02 (3º Bimestre)	0,08	0,5	-	-
	Fase 03 (Média Anual)	-0,27	0,68	-	-
Parte Diversificada	Fase 01 (2º Bimestre)	-	-	0,35	0,30
	Fase 02 (3º Bimestre)	-	-	0,13	0,06
	Fase 03 (Média Anual)	-	-	0,08	0,22

Tabela 7.3: Coeficientes de correlação de *Spearman* entre o desempenho na Prova Bebras e os agrupamentos dos componentes curriculares

Embora o objetivo principal deste estudo tenha sido entender como a RE impacta no desenvolvimento de estudantes do EM da EB nas modalidades Profissional Técnica e Regular Integral e, com os dados apresentados nesta sessão, observamos que a relação entre o desempenho do PC e dos componentes curriculares é positiva para o grupo de estudantes que tiveram contato com RE como ferramenta de ensino. Além disso, os resultados da correlação corroboram com pesquisas presentes na literatura sobre PC [86; 40], bem como favorece o investimento de metodologias com RE para o ensino no EM.

7.4 Quanto à Obrigatoriedade

As atividades de intervenção ocorreram nas escolas com exigências de obrigatoriedade distintas. Na EPT, por ter sido incorporado ao programa de curso, os estudantes demonstraram interesse, participatividade e assiduidade no decorrer das atividades. Embora ocorressem problemas de dispersão, os estudantes imergiram no contexto da RE e evoluíram gradativamente na vivência de cada etapa. Com eles, conseguimos conduzir as aulas de intervenções seguindo o planejamento, ou seja, foi possível seguir a sequenciação didática de cada aula. Através de nosso registro de observação no Diário de Bordo, preservamos o progresso individual e coletivo dos estudantes, assim é possível afirmar que de forma geral os estudantes do grupo experimental da EPT se empenharam nas atividades propostas tal como nos demais componentes curriculares da 1ª Série e, qualitativamente, avaliamos os estudantes satisfatoriamente.

Com os estudantes da EPT, o trabalho com RE transcendeu as aulas de intervenções. Durante a semana pedagógica¹ da escola realizada no mês de outubro de 2018, os estudantes se empenharam na construção de um estande de robótica para apresentar os conceitos que aprenderam desde o início das aulas de intervenção. No evento, os estudantes compartilharam conhecimentos com colegas, visitantes, pais e professores. Além disso, utilizaram o momento para em colaboratividade aprimorar a programação dos robôs expostos, com isso, eles demonstraram em tempo real que eram capazes de programar robôs. A Figura 7.2 apresenta o trabalho dos estudantes com RE durante a semana pedagógica.

No que diz respeito a ECI, as atividades não foram inseridas oficialmente no programa de curso dos estudantes e todos tinham o conhecimento de que os assuntos trabalhados não seriam utilizados nas avaliações da escola. Essa característica pode ter influenciado diretamente no interesse, participação e assiduidade dos estudantes da turma experimental durante as aulas de intervenções. Embora houvesse estudantes que demonstravam interesse por RE, a carência do compromisso por parte dos estudantes dificultava a realização das aulas. A chegada dos estudantes ao laboratório demandava tempo e, como consequência, o início das aulas era comprometido. No decorrer das atividades, identificamos estudantes dispersos,

¹Semana Pedagógica: Evento interdisciplinar anual realizado pelas escolas para apresentar à comunidade os projetos e aprendizagem dos estudantes.



Figura 7.2: Estudantes participando da Semana Pedagógica da EPT

entrando e saindo espontaneamente da sala de aula, com expressões faciais negativas e de cansaço. É importante destacar que realizamos muitas das aulas nos últimos horários do dia, e como eles estavam inseridos no ensino integral, é comum observar esgotamento do desempenho dos estudantes nesses horários.

No contexto da ECI, a concretização do planejamento das aulas de intervenção era em alguns momentos prejudicadas. Por vezes, iniciamos uma aula com a retomada da atividade anterior para realizar o fechamento da aula, ou seja, a sequenciação didática das aulas era comprometida. Através das observações, podemos destacar avanço no progresso individual de alguns estudantes, no entanto, o mesmo não é possível afirmar quando olhamos para o grupo de forma coletiva. Assim é possível afirmar que existem estudantes do grupo experimental da ECI que se empenharam nas atividades propostas, tal como nos demais componentes curriculares da 1ª Série, esses, qualitativamente avaliamos satisfatoriamente, no entanto, consideramos que o desempenho geral do grupo poderia ser melhor avaliado se as atividades tivessem sido incorporadas no processo de avaliação escolar.

Embora a execução da nossa proposta na ECI tenha enfrentado adversidades, consideramos os resultados obtidos como positivos, uma vez que é possível identificar diferença significativa entre o desempenho dos grupos experimental e de controle quando olhamos para o desempenho dos estudantes nos componentes curriculares. Entretanto, acreditamos que os resultados, tanto quantitativo como qualitativo, poderiam ser mais expressivos se a

metodologia fizesse parte do projeto político pedagógico das ECIs da Paraíba.

7.5 Quanto ao Estudo Longitudinal

A realização do estudo de forma longitudinal nos permitiu perceber mudanças no desempenho dos estudantes ao longo das aulas de intervenções. Não obstante, observamos que o tamanho de nossa amostra sofreu desgaste com o passar do tempo, ou seja, ocorreu a perda prematura de respondentes da amostra, fenômeno nomeado de morte seletiva. Esse fenômeno é capaz de prejudicar um estudo de longo prazo, uma vez que pode haver o desligamento de participantes importantes para estudo. As causas que comumente justificam a morte seletiva estão diretamente relacionadas ao desligamento voluntário do participante, que por diferentes motivos optam em não continuar colaborando com o estudo.

Neste estudo, as causas para a ocorrência da morte seletiva é, sobretudo, proveniente da dinâmica da EB. Naturalmente, em escolas da EB é comum ocorrer transferência de estudantes no decorrer do ano letivo, assim todos os estudantes dos grupos de controle e experimental que se desligaram ou se matricularam na escola após o início das atividades deste estudo, foram removidos da amostra. Além de transferências, cotidianamente estudantes da EB ausentam-se das aulas, ficando em alguns casos, dias afastados das atividades escolares. Algumas dessas ausências ocorreram durante a aplicação do *survey* e da prova do Bebras, momentos em que a coleta dos dados era efetivada. Assim, os estudantes que participaram das aulas de intervenções, mas que não realizaram no mínimo 1 prova do Bebras, foram também removidos da amostra.

Assim, em nosso estudo longitudinal, evidenciamos situações relacionadas à morte seletiva que corroboram com resultados apresentados na literatura [31; 86]. Além disso, tendo conhecimento das habilidades dos estudantes do grupo experimental, que foram removidos da nossa amostra, acreditamos que o desempenho dos estudantes desse grupo poderia ser de maior expressividade, caso os dados desses estudantes estivessem presentes na amostra analisada.

7.6 Quanto à Relação dos Estudantes com a Robótica

As aulas de intervenções realizadas, tanto na Robótica Autodescoberta quanto na Fundamentada em Computação, exigiam que os estudantes produzissem montagens robóticas autorais com orientações mínimas, ou seja, sem seguir fidedignamente um passo-a-passo. Com essa condição, buscamos estimular a capacidade de resolução de problemas através da combinação dos materiais de robótica. Como o fechamento da aula estava atrelado ao sucesso da construção, observamos uma relação entre o sucesso na fase da montagem e motivação dos estudantes. Aqueles estudantes que não alcançavam o sucesso na montagem, demonstravam maior predisposição a desmotivação, já os que obtinham sucesso se mostravam motivados em aprender mais.

Com isso, buscamos garantir que todas as equipes de estudantes conseguissem finalizar as montagens propostas para cada atividades. Para tal, condicionamos o final de cada aula à finalização das montagens e os estudantes das equipes que fossem alcançando os objetivos das atividades, passavam a ajudar aqueles que demonstravam dificuldades. Essa decisão favoreceu o compartilhamento de conhecimento entre os grupos e minimizou problemas oriundos da não finalização das montagens, o que proporcionou a mudança da perspectiva dos estudantes que inicialmente sempre demonstravam dificuldades.

Com essa vivência, aprendemos que a utilização da RE em sala de aula é capaz de motivar estudantes da EB, no entanto, é também capaz de causar apatia, dificultando, dessa forma, a efetivação do aprendizado. Aprendemos ainda que estudantes motivados são capazes de auxiliar no processo de ensino e aprendizagem coletivo e que o principal desafio é introduzir significância aos objetivos metodológicos.

7.7 Quanto à Prova do Bebras

A prova do Bebras que utilizamos como instrumento para registrar as habilidades do PC é uma iniciativa internacional que nasceu na Lituânia [21]. A palavra bebras é originária da língua lituana que significa em português “castor” e foi utilizada como nome da comunidade por representar um animal inteligente que trabalha duro para alcançar seus objetivos. Por isso, as questões do Bebras envolvem situações típicas da vivência de um castor.

É importante novamente frisar que traduzimos as questões para o português, pois a competição Bebras, até o ano de 2018, não era aplicada oficialmente no Brasil. Assim sendo, ainda que tenha sido revisada por revisores externos pode haver distorções atribuídas à tradução que dificultam na representação dos objetivos originais.

A prova é elaborada seguindo um padrão internacional baseado na contextualização. Nesse sentido, as questões exigem do estudante a capacidade de resolução de problemas associada à leitura e interpretação de texto. No decorrer da aplicação da prova, observamos que os estudantes apresentavam dificuldades na resolução, por vezes o problema era oriundo da leitura e interpretação, no entanto, na grande maioria era proveniente da completa falta de leitura, pois verificamos uma tendência do estudante ir diretamente à pergunta sem realizar a leitura do contexto da questão.

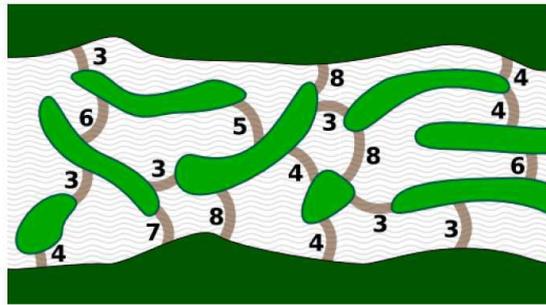
Durante a aplicação das provas do Bebras, observamos que os estudantes desconheciam a existência do animal castor, o que dificultou a associação do desenho do personagem ao nome castor contido no enunciado das questões. Considerando que castor é um tipo de roedor semi-aquático nativo da América do Norte e da Europa, é natural o desconhecimento dos estudantes. Esse fato comprometeu a aplicação da prova, haja visto que, em diversos momentos os estudantes promoviam discussões sobre o personagem e solicitavam esclarecimentos. A cada intervenção dos estudantes, observamos que aqueles que estavam concentrados na avaliação, tinham a concentração prejudicada. Acreditamos que a mudança do personagem por outro nativo do Brasil, beneficiaria a realização da prova Bebras e, conseqüentemente, o desempenho dos estudantes, visto que a ação executada pelo personagem nas questões não impacta nas habilidades envolvidas e avaliadas.

Ainda sobre o contexto do animal personagem, organizamos as questões por nível de dificuldade. Isso fez com que questões que referenciavam os castores apenas na escrita aparecessem antes das que continham textos e elementos gráficos ilustrativos. A Figura 7.3 ilustra a estrutura de uma questão do Bebras aplicada que faz referência ao castor apenas por texto, enquanto com a Figura 7.4 apresenta uma questão com elementos de texto e gráficos. Assim, consideramos que reorganizar a distribuição das questões, contemplando no início da prova as que referenciem o castor com texto e elementos gráficos, poderia amenizar os impactos provenientes da associação.

Identificamos também problemas com referências de localização. Na questão “Jogo de

02 - Barragem de castor

A comunidade de castores projetou uma nova barragem no rio, e para construí-la, eles devem usar o menor número de toras de madeira. Como são inteligentes, os castores desejam aproveitar as pequenas ilhas ao longo do rio. A imagem mostra o rio, as ilhas e o número de toras necessário para construir cada segmento da barragem.



Questão:

Qual é o **menor** número de toras de madeira necessário para construir a nova barragem?

Figura 7.3: Questão do Bebras com apenas elementos textuais

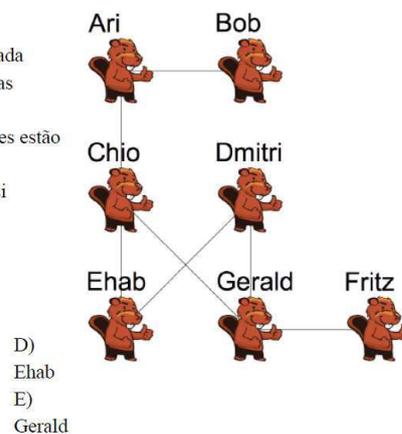
15 - Popularidade

Sete castores estão em uma rede social online chamada Instadam. Instadam só permite que eles vejam as suas próprias fotos e as das páginas de seus amigos. No diagrama abaixo, se dois castores são amigos, eles estão ligados por uma linha. Após as férias de Verão, todos postam uma foto de si mesmo na página de todos os seus amigos.

Questão:

A foto de qual castor será a **mais** vista?

- A) Ari
- B) Chio
- C) Dmitri



- D) Ehab
- E) Gerald

Figura 7.4: Questão do Bebras com elementos textuais e gráficos

Botão”, apresentada na Figura 7.5, os estudantes não conseguiram identificar com exatidão qual seria a última linha (inferior ou superior). Nesse caso, considerando uma dúvida generalizada, optamos por explicar o contexto da questão para todos os grupos de estudantes em cada momento (Pós-Teste I e Pós-Teste II).

No decorrer das reaplicações, observamos casos de estudantes sem interesse, mas também de estudantes com muita dificuldade em responder as questões. Verificamos ainda expressões de tristeza por não estarem conseguindo assimilar, raiva por estarem passando por aquilo sem necessidade e alegria quando tinham certeza da resposta de alguma questão.

Com a utilização da prova Bebras, compreendemos que é necessário a proposição de

03 - Jogo de Botão

Você pode jogar esse jogo no chão. Desenhe o tabuleiro e coloque os botões coloridos. Uma jogada significa mover um botão para cima, para baixo, para direita ou para esquerda sobre as casas do tabuleiro.

Questão

Qual é o **menor** número de jogadas para colocar todos os botões quadrados verde na última linha do tabuleiro?

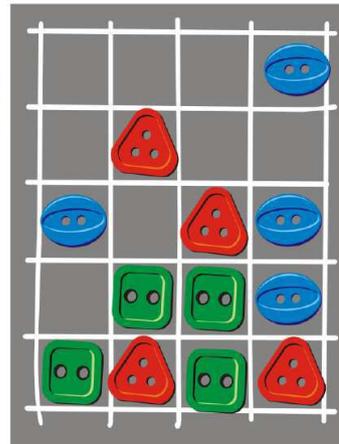


Figura 7.5: Questão do Bebras com elementos textuais e gráficos

instrumentos específicos para avaliar as habilidade do PC de estudantes da EB brasileira. As adversidades enfrentadas pelos estudantes no decorrer das aplicações do Bebras podem ter influenciado negativamente o desempenho dos estudantes participantes. Entendemos ainda que a EB do Brasil demanda de práticas educativas que estimulem a leitura e compreensão de texto dos estudantes, muitas das dificuldades que identificamos não está relacionada à capacidade de resolver problemas, mas sim, a de ler e compreender textos.

7.8 Conclusão do Capítulo

Neste Capítulo, apresentamos as principais lições aprendidas neste estudo que foram registradas em um Diário de Bordo ao longo das atividades realizadas. Os itens descritos envolveram desde a estrutura física dos laboratórios de robótica das escolas, aos resultados obtidos, às características metodológicas, bem como os instrumentos utilizadas para a obtenção dos dados analisados.

Aprendemos que o ensino com RE auxilia o aprendizado de estudantes do EM, no entanto, a estrutura física dos laboratórios de robótica podem inviabilizar a efetivação deste. Entendemos que existe uma correlação positiva entre habilidades do PC e o desempenho nos componentes curriculares dos estudantes que participaram das atividades com RE. Aprendemos ainda que ao inserir a RE no ambiente escolar como parte integrada do ensino, os

impactos sobre a aprendizagem dos estudantes são de maior significância.

Entendemos que realizar um estudo longitudinal favorece a percepção de mudanças no desempenho dos estudantes ao longo do tempo, não obstante, é comum ocorrer um desgaste da amostra de estudantes, ou seja, é comum em escolas de EB a entrada e saída de estudantes no decorrer do ano letivo, o que pode acarretar na perda de dados importantes para o estudo. Além disso, compreendemos que os estudantes, ao longo de atividades com RE, tendem a se motivar ou não de acordo com o seu sucesso ou fracasso na concretização dos desafios propostos, sendo necessário que professores busquem, ao longo das atividades, manter significância aos objetivos metodológicos.

Por fim, aprendemos que a prova do Bebras pode auxiliar na avaliação do PC, no entanto, diante das adversidades enfrentadas ao longo de suas aplicações em nosso estudo, consideramos necessário a proposição de instrumentos específicos para avaliar as habilidade do PC de estudantes do EM da EB brasileira.

Capítulo 8

Conclusão

O objetivo geral deste trabalho é investigar o impacto que atividades com RE causam no desenvolvimento do PC e no aprendizado dos componentes curriculares da 1ª Série do EM nas modalidades Profissional Técnica e Regular Integral.

As questões de pesquisa e hipóteses que buscamos responder com esta pesquisa foram as seguintes:

Q1: Qual o impacto que a introdução da RE no EM causa no desenvolvimento do PC?

- H1.0: Não há indícios de que a introdução da RE no EM impacta o desenvolvimento do PC.
- H1.1: A introdução da RE no EM impacta o desenvolvimento do PC.

Q2: Qual o impacto que a introdução da RE no EM causa no aprendizado dos componentes curriculares?

- H2.0: Não há indícios de que a introdução da RE no EM impacta o aprendizado dos componentes curriculares.
- H2.1: A introdução da RE no EM impacta o aprendizado dos componentes curriculares.

Para a condução deste trabalho definimos 5 fases: 1) Preparação; 2) Aplicação das intervenções da Robótica Autodescoberta; 3) Aplicação das intervenções da Robótica Fundamentada em Computação; 4) Aplicação de um *survey* com os professores participantes; 5) Análise dos efeitos que as intervenções causaram nos estudantes participantes.

Aplicamos as intervenções deste em turmas da 1ª Série do EM de duas escolas de EB do estado da Paraíba, localizadas na zona sul da cidade de Campina Grande, sendo uma EPT e outra ECI. Em cada contexto, analisamos o desempenho dos estudantes em PC e nos componentes curriculares, além de observar aspectos comportamentais dos estudantes com base na opinião dos professores que os acompanharam durante o ano letivo de 2018.

Assim, os resultados obtidos no estudo da EPT (ver Capítulo 5) apontam que os estudantes do grupo experimental, demonstraram um melhor desempenho na prova do Bebras aplicada após cada fase das intervenções, indicando que as habilidades do PC podem ter sido impactadas pelas metodologias de ensino com RE. No entanto, os resultados afirmam que quando a RE é trabalhada com o apoio de conceitos da computação, como efetivado na Robótica Fundamentada em Computação, o impacto sobre as habilidade do PC de estudantes é mais significativa. No que se refere aos componentes curriculares, é possível afirmar que as metodologias com RE aplicadas neste estudo podem influenciar o desenvolvimento de estudantes do curso Técnico em Informática de nível médio, uma vez que os estudantes do grupo experimental apresentaram um desempenho superior quando comparados aos do grupo de controle, fatores que foram asseverados com as observações dos professores. Não obstante, os resultados obtidos no componente curricular de Matemática possibilitam o cumprimento dos pressupostos de todos os recursos estatístico utilizados, demonstrando que a introdução da RE no ensino no âmbito de curso Técnico em Informática de nível médio favorece significativamente o aprendizado da matemática.

Por sua vez, os resultados obtidos no estudo da ECI (ver Capítulo 6) não apontam que os estudantes do grupo experimental obtiveram um melhor desempenho na prova do Bebras aplicada após cada fase das intervenções. No entanto, em decorrência de ameaças à validade internas, consideramos os resultados inconclusivos. No que se refere aos componentes curriculares, os resultados obtidos nos permitem considerar que as metodologias aplicadas neste estudo (Robótica Autodescoberta e Robótica Fundamentada em Computação), podem influenciar o desenvolvimento de estudantes do EM Regular Integral, já que os estudantes do grupo experimental apresentaram um desempenho superior quando comparados aos do grupo de controle, fatores que foram asseverados com as observações dos professores. Não obstante, os resultados obtidos no componente curricular de Matemática impossibilitam o cumprimento dos pressupostos de todos os recursos estatístico utilizados, uma vez, através

da diferença média entre o desempenho dos grupos, observa-se que o grupo de controle possui desempenho superior quando comparado ao grupo experimental. Esse fato pode estar relacionado às ameaças a validade internas de instrumentação.

Nesse sentido, considerando os aspectos qualitativos referentes à evolução dos estudantes no sentido de resolver problemas aplicando os conceitos da computação trabalhados nas atividades com RE, identificados no decorrer das intervenções, avaliamos que uma análise mais aprofundada desses aspectos no decorrer das intervenções realizadas na ECI, apresentaria evidências que complementaríamos positivamente os resultados obtidos nos testes de hipótese, bem como às informações extraídas do *survey* dos professores. Por ser tratar de um estudo longitudinal a perda de dados podem ter desfavorecido a satisfação dos testes estatísticos, no entanto, existem diversos fatores oriundos da vivência cotidiana com os estudantes que auxiliam à análise qualitativa, demonstrando que essa é tão significativa quanto à quantitativa.

Apesar dos resultados da ECI não tenham favorecido apenas o grupo experimental, consideramos possível, para a primeira questão de pesquisa (Q1) rejeitar a hipótese nula H1.0 (Não há indícios de que a robótica na EB favorece o desenvolvimento do PC), e assumir a hipótese alternativa H1.1 (A robótica na EB favorece o desenvolvimento de habilidades do PC); da mesma forma que, para a segunda questão de pesquisa (Q2) consideramos viável rejeitar a hipótese nula H2.0 (Não há indícios de que a robótica na EB favorece o desempenho dos componentes curriculares) e assumir a hipótese alternativa H2.1 (A robótica na EB favorece o desempenho dos componentes curriculares). Por consequência, concluímos que a introdução da RE pode favorecer estudantes da 1ª Série do EM, nas modalidades Profissional Técnica e Regular Integral, no desenvolvimento das habilidades do PC e no aprendizado dos componentes curriculares no contexto das escolas participantes.

8.1 Contribuições

Para a comunidade científica, a principal contribuição deste trabalho foi o entendimento dos impactos que a RE causa na 1ª Série do EM nas modalidades Profissional Técnica e Regular Integral através da realização de um estudo longitudinal imerso à realidade investigada. Atualmente, os estudos presentes na literatura consideram observações pontuais que podem

não demonstrar a representatividade ideal da realidade.

Além disso, com a proposição das aulas de intervenções, concebemos e disponibilizamos¹ uma ferramenta metodológica que pode assistir professores e instituições de ensino da EB na promoção do PC através de atividades com RE. Com isso, disponibilizamos plano de curso, planos de aulas, materiais didáticos e atividades práticas para a utilização da RE na 1ª Série do EM da EB.

Por fim, consideramos que nosso estudo contribuiu de forma social, uma vez que o trabalho realizado na organização dos laboratórios e na capacitação indireta dos professores, ofereceu condições às escolas para darem continuidade, e até mesmo aprimorarem a utilização dos recursos de RE no ensino.

8.2 Trabalhos Futuros

Neste estudo, observamos que todos os agrupamentos que não resultaram em evidências positivas possuem componentes curriculares com resultados positivos e significantes. Desse modo, entendemos que o resultado real do impacto da RE sobre o aprendizado dos componentes curriculares pode ser distinto dos resultados obtidos por agrupamentos, e como trabalhos futuros pretendemos analisar em completude o impacto RE causou individualmente nos componentes curriculares na 1ª Série do EM da EB da população estudada.

Entendo que o estudo aplicado na ECI enfrentou diversas ameaças, pretendemos ainda replicar a metodologia proposta neste estudo em outra população de estudantes do EM Regular Integral e observar a necessidade de mudança metodológicas.

Por fim, visando melhorar a inserção do PC através do ensino com RE na 1ª Série do EM da EB, pretendemos identificar instrumentos que facilitem a aplicação e avaliação das habilidade do PC. Para isso, investigaremos uma metodologia pedagógica que fundamente o ensino com RE focada nas habilidade do PC e não apenas no ensino de conceitos da CC. Além disso, estudaremos uma forma de avaliar estudantes da EB quando às habilidade do PC considerando as especificidades do ensino com RE.

¹Repositório da Metodologia: https://github.com/isabellelimasouza/PC_Robotica_Dissertacao_Isabelle

Bibliografia

- [1] *Spearman Rank Correlation Coefficient*, pages 502–505. Springer, New York, New York, NY, 2008.
- [2] Hirst A. J., Johnson J., Petre M., Price B. A., and Richards M. What is the best programming environment/language for teaching robotics using lego mindstorms? *Artificial Life and Robotics*, 7(3):124–131, Sep 2003.
- [3] Repenning Alexander, Webb David, and Ioannidou Andri. Scalable game design e o desenvolvimento de uma lista de verificação para obter o pensamento computacional nas escolas públicas. 2010.
- [4] Merkouris Alexandros and Chorianopoulos Konstantinos. Introducing computer programming to children through robotic and wearable devices. In *Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education*, pages 69–72. ACM, 2015.
- [5] Aho Alfred V. Computation and computational thinking. *The Computer Journal*, 55(7):832–835, 2012.
- [6] Araujo Ana Liz Souto O, Andrade Wilkerson, Guerrero Dalton, Melo Monilly, and Souza de Isabelle Maria Lima. Análise de rede na identificação de habilidades relacionadas ao pensamento computacional. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 29, page 655, 2018.
- [7] Araujo Ana Liz Souto O, Andrade Wilkerson, Guerrero Dalton, Melo Monilly, and Souza de Isabelle Maria Lima. Como identificar habilidades do pensamento computacional.

- cional? um estudo empregando análise fatorial. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 7, page 530, 2018.
- [8] Araujo Ana Liz Souto O, Andrade Wilkerson, Guerrero Dalton, Melo Monilly, and Souza de Isabelle Maria Lima. Explorando teoria de resposta ao item na avaliação de pensamento computacional: um estudo em questões da competição bebras. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 29, page 665, 2018.
- [9] Vieira Anacilia, Passos Odette, and Barreto Raimundo. Um relato de experiência do uso da técnica computação desplugada. In *Anais do XXI Workshop sobre Educação em Computação SBC*, pages 390–399, 2014.
- [10] Rao Ankith. The application of lejos, lego mindstorms robotics, in an lms environment to teach children java programming and technology at an early age. In *2015 IEEE Integrated STEM Education Conference*, pages 121–122, March 2015.
- [11] Walter Antonio Bazzo. A pertinência de abordagens cts na educação tecnológica. *Revista Iberoamericana de Educação*, ISSN 1022-6508, Nº 28, 2002, pags. 83-100, 28, 01 2002.
- [12] Strnad Barbara. Programming lego mindstorms for first lego league robot game and technical interview. In *2017 40th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics, MIPRO 2017 - Proceedings*, pages 958–960, 2017.
- [13] Educação Básica. Resolução nº 7, de 14 de dezembro de 2010. *Fixa as Diretrizes*, 2010.
- [14] Brasil. Base nacional comum curricular (bncc). educação é a base. Brasília. In *Documento homologado pela Portaria n 1.570, publicada no D.O.U. de 21/12/2017*, volume Seção 1, Pág. 146, 2017.
- [15] Constituição Brasil and Brasil. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. *Diário Oficial da União*, 134(248), 1996.

- [16] Harvey Brian and Mönig Jens. Bringing “no ceiling” to scratch: Can one language serve kids and computer scientists. *Proc. Constructionism*, pages 1–10, 2010.
- [17] Rupert Brown. Social identity theory: past achievements, current problems and future challenges. *European Journal of Social Psychology*, 30(6):745–778, 2000.
- [18] Câmara de Educação Básica. Ministério da educação conselho nacional de educação câmara de educação básica resolução nº 2, de 30 de janeiro 2012. 2012.
- [19] T. Carvalho, D. Andrade, J. Silveira, V. Auler, S. Cavalheiro, M. Aguiar, L. Foss, A. Pernas, and R. Reiser. Discussing the challenges related to deployment of computational thinking in brazilian basic education. In *2013 2nd Workshop-School on Theoretical Computer Science*, pages 111–115, Oct 2013.
- [20] Dave Catlin and John Woollard. Educational robots and computational thinking. In *Proceedings of 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics & 5th International Conference Robotics in Education*, pages 144–151, 2014.
- [21] Giuseppe Chiazzese, Marco Arrigo, Antonella Chifari, Violetta Lonati, and Crispino Tosto. Exploring the effect of a robotics laboratory on computational thinking skills in primary school children using the bebras tasks. pages 25–30, 2018.
- [22] Brackmann Christian Puhlmann. *AlgoCards. Pensamento Computacional Brasil*, 2018.
- [23] Avila Christiano, Cavalheiro Simone, Bordini Adriana, Marques Monica, Cardoso Maicon, and Feijo Gustavo. Metodologias de avaliação do pensamento computacional: uma revisão sistemática. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 28, page 113, 2017.
- [24] CIEB. Currículo de referência em tecnologia e computação. Centro de Inovação para a Educação Brasileira, 2018.
- [25] Schons Claudine, Primaz E., and Wirth Grazieli de Andrade Pozo. 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*, volume 1, 2004.

- [26] Robert Coe. It's the effect size, stupid: What effect size is and why it is important. 2002.
- [27] CSTA Computer Science Teachers Association. Computational thinking in k–12 education. *Disponível em: <https://goo.gl/qcqJia>*, 2011.
- [28] John W Creswell and Cheryl N Poth. *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage publications, 2017.
- [29] Nunes D. J. Licenciatura em computação. *Jornal da Ciência*, 2008.
- [30] Valentina Dagiene, Sue Sentance, and Gabriela Stupurienė—. Developing a two-dimensional categorization system for educational tasks in informatics. *Informatica*, 28:23–44, 01 2017.
- [31] Alicia Maria Catalano de Bonamino and Lúcia Helena Gazólis de Oliveira. Estudos longitudinais e pesquisa na educação básica. *Linhas Críticas*, 19(38):33–50, 2013.
- [32] Secretaria de Estado de Educação da Paraíba. Diretrizes operacionais para o funcionamento das escolas estaduais 2018. 2018.
- [33] Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Sinótese estatística da educação básica 2018. 2019.
- [34] Halfpapa Dulce Maria. Um modelo de consciência para aplicação em artefatos inteligentes, m tese de doutorado, universidade federal de santa catarina. Centro Tecnológico. Engenharia de Produção e Sistemas., 2005.
- [35] Matos E. S. Curriculum integration through interdisciplinary teaching practice in hci. In *CEUR Workshop Proceedings*, volume 1042, pages 25–30, 2013.
- [36] Steve Easterbrook, Janice Singer, Margaret-Anne Storey, and Daniela Damian. Selecting empirical methods for software engineering research. In *Guide to advanced empirical software engineering*, pages 285–311. Springer, 2008.
- [37] Menezes Ebenezer Takuno de and Santos Thais Helena dos. Dicionário interativo da educação brasileira-educabrazil. *São Paulo: Midiamix Editora*, 2015.

- [38] Machado Efraim Zalmoxis de Almeida, Vasconcelos Igor Rodrigo, Amorim Karla Malta, Andrade Aline M. S., Barreto Luciano Porto, and Santos Débora Abdalla. Uma experiência em escolas de ensino médio e fundamental para a descoberta de jovens talentos em computação. *In: Anais do WEI 2010. SBC*, pages 798–807, 2010.
- [39] Silva Eliel and Javaroni Sueli Liberatti. Pensamento computacional e atividades com robótica para a promoção da aprendizagem sobre o significado do resto da divisão euclidiana. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 29, page 815, 2018.
- [40] Costa Erick John Fidelis et al. Pensamento computacional na educação básica: uma abordagem para estimular a capacidade de resolução de problemas na matemática. 2017.
- [41] Gouveia F. F. and Montalvão J.B. de S.B. Gerenciamento de lições aprendidas: estudo de caso de projeto de integração laboratorial. 2010. 80 fls. *Trabalho de Conclusão de Curso (MBA em Gerenciamento de Projetos)*, Instituto Superior de Administração e Economia, Fundação Getúlio Vargas: São Paulo, 2010.
- [42] García-Peñalvo F. J. Editorial computational thinking. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 13(1):17–19, Feb 2018.
- [43] Pazos Fernando. Automação de sistemas e robótica. Axcel Boobks do Brasil., 2002.
- [44] fischertechnik GmbH[©]. Disponível em: <https://www.fischertechnik.de/en>, 2018.
- [45] Google for Education. Exploring computational thinking. Disponível em: <https://goo.gl/fmNeAf>, Acesso em: 06 de Jan de 2018.
- [46] ZOOM Education for Life. Zoom education for life.
- [47] Campos Gleider M de, Cavalheiro Simone, Foss Luciana, Pernas Ana Marilza, Piana Clause Fátima de Brum, Aguiar Marilton, Du Bois André, and Reiser Renata. Organização de informações via pensamento computacional: Relato de atividade aplicada no ensino fundamental. *In Anais dos Workshops do CBI*, pages 670–679, 2013.

- [48] Shuchi Grover. Robotics and engineering for middle and high school students to develop computational thinking. In *annual meeting of the American educational research association, New Orleans, LA*, 2011.
- [49] Travassos Guilherme Horta, Gurov Dmytro, and EAGG Amaral. Introdução à engenharia de software experimental. 2002.
- [50] Zanetti Humberto and Oliveira Claudio. Prática de ensino de programação de computadores com robótica pedagógica e aplicação de pensamento computacional. *CBIE-LACLO 2015:1236–1245*, 2015.
- [51] Souza Isabelle Maria Lima, Sampaio Lívia M. R., and Andrade Wilkerson L. Explorando o uso da robótica na educação básica: um estudo sobre ações práticas que estimulam o pensamento computacional. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 7, page 639, 2018.
- [52] Souza Isabelle Maria Lima, Rodrigues Rivanilson Silva, and Andrade Wilkerson. Explorando robótica com pensamento computacional no ensino médio: Um estudo sobre seus efeitos na educação. pages 490–499, 2016.
- [53] Souza Isabelle Maria Lima, Rodrigues Rivanilson Silva, and Andrade Wilkerson. Introdução do pensamento computacional na formação docente para ensino de robótica educacional. pages 1265–1274, 2016.
- [54] Souza Isabelle Maria Lima, Andrade Wilkerson L., and . Araujo Lívia M. R., . Sampaio an Ana Liz Souto O. A systematic review on the use of legotextsuperscript® robotics in education. pages 1–9, 2018.
- [55] ISTE. Iste standards for students. 2016.
- [56] Delors J. Educação: um tesouro a descobrir. 2012.
- [57] Wainer Jacques et al. Métodos de pesquisa quantitativa e qualitativa para a ciência da computação. *Atualização em informática*, 1:221–262, 2007.

- [58] Silva Jamille, Cristiano Fábio, Martins Danielle, and Silva da Wilson. Storytelling e robótica educacional: a construção de carros robôs com arduino e materiais recicláveis. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 29, page 1806, 2018.
- [59] Jenkins Janet T., Jerkins James A., and Stenger Cynthia L. A plan for immediate immersion of computational thinking into the high school math classroom through a partnership with the alabama math, science, and technology initiative. In *Proceedings of the Annual Southeast Conference*, pages 148–152, 2012. Cited By :1.
- [60] Piaget Jean. O nascimento da inteligência na criança. 1987.
- [61] Wing Jeannette M. Computational thinking. *Commun. ACM*, 49(3):33–35, March 2006.
- [62] da Conceição Jefferson Herlan Corrêa and Vasconcelos Sinaida Maria. Jogos digitais no ensino de ciências: Contribuição da ferramenta de programação scratch. *Revista Areté| Revista Amazônica de Ensino de Ciências*, 11(24):160–185, 2018.
- [63] Moreno-León Jesús, Robles Gregorio, and Román-González Marcos. Dr. scratch: Automatic analysis of scratch projects to assess and foster computational thinking. *RED. Revista de Educación a Distancia*, (46):1–23, 2015.
- [64] Valente José Alexandre da Silva. O computador na sociedade do conhecimento. [S.L.: s.n.], 1999.
- [65] Musante Kathleen and DeWalt Billie R. *Participant observation: A guide for fieldworkers*. Rowman Altamira, 2010.
- [66] Koh Kyu Han, Nickerson Hilarie, Basawapatna Ashok, and Repenning Alexander. Early validation of computational thinking pattern analysis. In *Proceedings of the 2014 conference on Innovation & technology in computer science education*, pages 213–218. ACM, 2014.
- [67] Vygotsky Lev Semenovich. *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard university press, 1980.

- [68] Gouws Lindsey Ann, Bradshaw Karen, and Wentworth Peter. Computational thinking in educational activities: an evaluation of the educational game light-bot. In *Proceedings of the 18th ACM conference on Innovation and technology in computer science education*, pages 10–15. ACM, 2013.
- [69] Cohen Louis, Morrison Keith, and Manion Lawrence. Research methods in education. *IEducation, Research methods*. Routledge., 2011.
- [70] Paiva Luiz Fernando de, Ferreira Ana Carolina, Rocha Caio, Barreto Jandiaci, Melhor André, Lopes Randerson, and Matos Ecivaldo. Uma experiência piloto de integração curricular do raciocínio computacional na educação básica. In *AAnais dos Workshops do CBIE*, pages 1300–1309, 2015.
- [71] Gerber Lukas C., Calasanz-Kaiser Agnes, Hyman Luke, Voitiuk Kateryna, Patil Uday, and Riedel-Kruse Ingmar H. Liquid-handling lego robots and experiments for stem education and research. *PLOS Biology*, 15, 03 2017.
- [72] Rogers Maisonnette. A utilização dos recursos informatizados a partir de uma relação inventiva com a máquina: a robótica educativa. *PROINFO-Programa Nacional de Informática na Educação, Curitiba-PR*, page 35, 2002.
- [73] Mataric Maja J. Introdução à robótica. *São Paulo: UNESP/BLUCHER*, 2014.
- [74] Guzdial Mark. Education: Paving the way for computational thinking. *Commun. ACM*, 51(8):25–27, August 2008.
- [75] Carbonaro Mike, Rex Marion, and Chambers Joan. Using lego robotics in a project-based learning environment. *The Interactive Multimedia Electronic Journal of Computer-Enhanced Learning*, 6(1), 2004.
- [76] MIT. Mit app invento. Pensamento Computacional Brasil, 2019.
- [77] Godoy Norma. Curso de robótica pedagógica. *Empresa Ars Consult, Curitiba-PR*, 1997.
- [78] Blikstein Paulo. O pensamento computacional e a reinvenção do computador na educação. Disponível em: <https://goo.gl/YxKxvx>, Acesso em: 06 de Jan de 2018.

- [79] França R. S. de, Silva W. C. da, and Amaral H. J. C. do. Ensino de ciência da computação na educação básica: Experiências, desafios e possibilidades. In *XX Workshop sobre Educação em Computação*, page 4, 2012.
- [80] ALA Raabe et al. Referenciais de formação em computação: Educação básica. In *Workshop sobre Educação em Computação, Sociedade Brasileira de Computação (SBC)*, 2017.
- [81] André Raabe, André Luiz Maciel Santana, Natália Ellery, and Filipe Gonçalves. Um instrumento para diagnóstico do pensamento computacional. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, number 1, page 1172, 2017.
- [82] Goldman Rachel, Eguchi Amy, and Sklar Elizabeth. Usando robótica educacional para engajar os estudantes do centro da cidade com tecnologia. In *Anais da 6ª Conferência Internacional de Ciências da Aprendizagem*, 2004.
- [83] Morelli Ralph, De Lanerolle Trishan, Lake Pauline, Limardo Nina, Tamotsu Elizabeth, and Uche Chinma. Can android app inventor bring computational thinking to k-12. In *Proc. 42nd ACM technical symposium on Computer science education (SIGCSE'11)*, pages 1–6, 2011.
- [84] CNE Resolução and CEB Nº. 5, de 17 de dezembro de 2009. *Fixa as Diretrizes*, 2016.
- [85] Modelix Robotics. Kit de robótica modelix - programa mais educação 2015 - manual metodológico. Disponível em: <https://goo.gl/JL5k99>, 2015.
- [86] Rivanilson da Silva RODRIGUES et al. Um estudo sobre os efeitos do pensamento computacional na educação. 2016.
- [87] Garcia Rogério Eduardo, Correia Ronaldo Celso Messias, and Shimabukuro Milton Hirokazu. Ensino de lógica de programação e estruturas de dados para alunos do ensino médio. In: *Anais do WEI 2008. SBC*, 2008.
- [88] Marcos Román-González, Juan-Carlos Pérez-González, Jesús Moreno-León, and Gregorio Robles. Does computational thinking correlate with personality?: the non-cognitive side of computational thinking. In *Proceedings of the Fourth International*

- Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, pages 51–58. ACM, 2016.
- [89] Otávio Lube dos Santos, Davidson Cury, Jadson Rafalski, and Pedro David Netto Silveira. An iot computational robotics learning laboratory in vila velha, espírito santo. In *LACLO*, 2016.
- [90] Dr. Scratch. Dr. scratch: Analyze your scratch project here! *Disponível em: <http://drscratch.org>*, 2019.
- [91] Nunes Sergio da Costa and Santos Renato Pires. O construcionismo de papert na criação de um objeto de aprendizagem e sua avaliação segundo a taxionomia de bloom. *Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2013.
- [92] Papert Seymour. Logo: Computadores e educação. *Brasiliense*, 1986.
- [93] Merriam Sharan B. and Tisdell Elizabeth J. *Qualitative research: A guide to design and implementation*. John Wiley & Sons, 2015.
- [94] Atmatzidou Soumela and Demetriadis Stavros. Advancing students’ computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Robotics and Autonomous Systems*, 75:661 – 670, 2016.
- [95] Gomes Tancicleide C. S. and Melo Jeane C. B. de. O pensamento computacional no ensino médio: Uma abordagem blended-learning. In *Anais do XXI Workshop sobre Educação em Computação–XXXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação*, pages 651–660, 2013.
- [96] Chaudhary V., Agrawal V., Sureka P., and Sureka A. An experience report on teaching programming and computational thinking to elementary level children using lego robotics education kit. In *2016 IEEE Eighth International Conference on Technology for Education (T4E)*, pages 38–41, Dec 2016.
- [97] Barr Valerie and Stephenson Chris. Bringing computational thinking to k-12: What is involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, 2(1):48–54, February 2011.

- [98] Michele Van Dyne and Jeffrey Braun. Effectiveness of a computational thinking (cs0) course on student analytical skills. In *Proceedings of the 45th ACM Technical Symposium on Computer Science Education, SIGCSE '14*, pages 133–138, New York, NY, USA, 2014. ACM.
- [99] Castro Viviane Gurgel de. Roboeduc: especificação de um software educacional para ensino da robótica às crianças como uma ferramenta de inclusão digital. Master's thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2008.
- [100] David Weintrop, Elham Beheshti, Michael Horn, Kai Orton, Kemi Jona, Laura Trouille, and Uri Wilensky. Defining computational thinking for mathematics and science classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(1):127–147, Feb 2016.
- [101] Aguiar Ygor Quadros de, Mattos Sandro Darcy Gaubert, Oliveira Vinicius Menezes de, Soares Luciane Baldassari, and Maciel Braian Konzgen. Introdução à robótica e estímulo à lógica de programação no ensino básico utilizando o kit educativo lego® mindstorms. In: *Anais dos Workshops do CBIE 2015. SBC*, pages 1418–1424, 2015.
- [102] Silvana do Rocio Zilli et al. A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática. 2004.

Apêndice A

Pesquisa Sobre o Perfil Individual de Estudantes de 1ª Série do Ensino Médio



QUESTIONÁRIO 1 - PESQUISA SOBRE O PERFIL INDIVIDUAL DOS ALUNOS DE 1ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

Este questionário faz parte do experimento que investigará o quanto a Robótica Educacional ajuda alunos da Educação Básica a resolverem problemas e a aprenderem disciplinas como matemática, física, química e demais disciplinas que estudam em suas escolas. O objetivo deste questionário é conhecer o perfil dos alunos da 1ª série do Ensino Médio de Escolas de Educação Básica do estado da Paraíba. As respostas serão utilizadas na pesquisa de Mestrado em Ciência da Computação intitulada “*Avaliação do Pensamento Computacional Através da Robótica Educacional no Contexto da Educação Básica*”, sob a responsabilidade da pesquisadora *Isabelle Maria Lima de Souza*.

1. Qual seu nome e sobrenome? _____
2. Qual sua Idade? _____
3. Em que tipo de escola você estudou **a maior parte** do ensino fundamental?
 Escola pública Escola privada Outra: _____
4. Em qual turma você estuda? _____
5. Você é repetente na série **que estuda**?
 Sim Não
6. Qual ou quais as disciplinas que você tem **maior interesse** na escola?
 Língua Portuguesa História Física
 Língua Estrangeira Geografia Química
 Arte Sociologia Biologia
 Educação Física Filosofia Matemática
 Outra: _____
7. Você participou de alguma olimpíada quando estava no Ensino Fundamental ou Médio? Caso tenha participado de uma olimpíada não listada, informe no campo outro. Ex: Olimpíada de Informática da Minha Escola.
 Não.
 Sim, Olimpíada Brasileira de Informática (OBI).
 Sim, Olimpíada Brasileira de Matemática (OBM).
 Sim, Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR).
 Outra: _____
8. O computador que você **mais usa** fica onde?
 Em minha casa. Em lan house. Outros.
 Na casa de familiares. Na minha escola.

9. Como você **frequentemente acessa** a Internet?

- Através de um computador ou notebook em minha casa.
- Utilizando dispositivo móvel (tablet, smartphone, celular, etc.).
- Em computadores de lan house.
- Em computadores de minha escola.
- Outros.

10. Você **já teve** contato com robótica?

- Não tenho conhecimento sobre o assunto e não tenho interesse em conhecer.
- Não tenho conhecimento sobre os assuntos, mas tenho interesse em aprender.
- Já estudei em anos passados com os kits na escola, mas não gosto do assunto.
- Já estudei em anos passados com os kits de robótica na escola e gostaria de continuar estudando.
- Cursei disciplinas de robótica de um curso rápidos ou técnico.
- Estudei em curso na internet sem utilizar kits de robótica.
- Estudo em casa com meu próprio kit e gosto do assunto.

11. Caso já tenha programado, qual(is) a(s) linguagem(ns) de programação que **já utilizou**?

- Java
- JavaScript
- Outras
- Python
- C
- C++
- Scratch

12. Qual valor de **x** gerado pelo algoritmo abaixo?

```
x = 0
```

```
Enquanto x < 10 {  
    x = x + 1  
}
```

```
Imprima x
```

- a) 9
- b) 10
- c) 11
- d) Não sei
- e) Outro: _____

13. Se o valor de **x** for **6**, o que será impresso no algoritmo abaixo?

```
Se x >= 7 {  
    Imprima "Próxima fase"  
}  
Se x < 7 E x >= 5 {  
    Imprima "Repita a operação"  
}  
Se x < 5 {  
    Imprima "Tente novamente"  
}
```

- a) Próxima fase
- b) Repita a operação
- c) Tente novamente
- d) Não sei
- e) Outro: _____

14. Qual é a saída produzida pelo algoritmo abaixo? Escreva **a frase completa** com o valor de **x** e do **resultado da função**.

```
FUNÇÃO calculaValor(x:inteiro)
  a = x + 1
  b = x - 3
  RETORNE a*b
FIMFUNÇÃO
```

a) _____

b) Não sei

```
INÍCIO
  x = 6
  IMPRIMA("Para x = " x "o resultado da
  função é:"(calculaValor(X))
FIM
```

15. Quais os valores de **num** e **resultado** serão gerados pelo algoritmo abaixo?

```
num = 3

resultado, contador = 0

INÍCIO
  PARA contador = 0 ATÉ 4 REPETIR
    resultado = 2 * num
    num = num + 1
  FIMPARA
  IMPRIMA num
  IMPRIMA resultado
FIM
```

a) 6 e 10
b) 7 e 12
c) 8 e 14
d) Não sei
e) Outro: _____

16. Qual o resultado de **numAtual** após a execução do algoritmo abaixo?

```
numAtual = 10
contador = 5

INÍCIO
  PARA contador = 5 Até 0 REPETIR
    SE (contador / 2 ) = 0 ENTÃO
      numAtual = numAtual + 20
    SENÃO
      numAtual = numAtual + 10
    FIMSE
  FIMPARA
  IMPRIMA "numAtual = " numAtual
FIM
```

a) 60
b) 70
c) 80
d) Não sei
e) Outro: _____

17. O que o algoritmo abaixo faz no vetor vet[]?

x, y, aux = 0

```
PARA x = 0 ATÉ vet.tamanho:
  PARA y = x+1 ATÉ vet.tamanho:
    SE (vet[x] > vet[y]) ENTÃO
      aux = vet[x]
      vet[x] = vet[y]
      vet[y] = aux
    FIMSE
  FIMPARA
FIMPARA
```

a) _____

b) Não sei

Apêndice B

Survey dos Professores



QUESTIONÁRIO 3 - ASPECTOS QUALITATIVOS NA VISÃO DOS PROFESSORES

Este questionário faz parte do experimento que investigará o quanto a Robótica Educacional ajuda alunos da Educação Básica a resolverem problemas e a aprenderem disciplinas como matemática, física, química e demais disciplinas que estudam em suas escolas. O objetivo principal deste questionário é obter informações qualitativas do perfil dos alunos da 1ª série do Ensino Médio de Escolas de Educação Básica do estado da Paraíba. As respostas serão utilizadas na pesquisa de Mestrado em Ciência da Computação intitulada “*Avaliação do Pensamento Computacional Através da Robótica Educacional no Contexto da Educação Básica*”, sob a responsabilidade da pesquisadora Isabelle Maria Lima de Souza.

1. **Qual disciplina você leciona?** _____
2. **Você utiliza algum tipo de tecnologia em suas aulas?**
 Não Sim. Quais? _____
3. **Você considera importante o uso de tecnologias em sala de aula?**
 Não Sim.
4. **Você já teve contato com robótica?**
 Não Sim.
5. **Caso tenha respondido SIM na questão 4, assinale a opção que melhor descreve seu contato com robótica.**
 Participei de capacitações oferecidas pelo governo do estado.
 Realizei cursos rápidos ou técnicos por conta própria.
 Realizei cursos na internet oferecidos pelo governo do estado.
 Realizei cursos na internet por conta própria.
 Outro. _____
6. **Você conhece o material de robótica da sua escola?**
 Não Sim.
7. **Você utiliza o material de robótica em suas aulas?**
 Não Sim.
8. **Caso tenha respondido NÃO na questão 7, assinale a opção que melhor descreve seus motivos de não utilizar a robótica em sala de aula:**
 Não enxergo formas de trabalhar com robótica em minha disciplina.
 Não tenho tempo disponível para organizar aulas com robótica.
 Embora eu acredite que minha disciplina possa ser trabalhada com robótica, eu não tenho conhecimento sobre robótica ou sobre os materiais de robótica de minha escola.
 Outro. _____
9. **Caso tenha respondido SIM na questão 7, assinale a opção que melhor descreve o seu objetivo em utilizar a robótica em sala de aula:**
 Utilizo para ensinar conceitos de minha disciplina.
 Utilizo com meus alunos em amostras/feiras/eventos/competições educacionais.
 Utilizo em momentos de recreação com meus alunos.
 Outro. _____
10. **Você gostaria de realizar um treinamento em robótica educacional?**
 Não Sim.

Considerando as turmas **Experimental e Controle** da 1ª Série de do Ensino Médio XXX em que você leciona, responda as questões abaixo assinalando a opção que melhor representa sua opinião para cada questão considerando a seguinte escala:

1	2	3	4	5
Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Não concordo, nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente

Questão	Turma	1	2	3	4	5
DURANTE O PRIMEIRO BIMESTRE os alunos participaram efetivamente em minha disciplina. As atividade de participação podem ser realização das atividades, posicionamento em discussões em sala, assiduidade em aulas.	1ª Série C					
	1ª Série E					
HOJE os alunos participam efetivamente em minha disciplina. As atividade de participação podem ser realização das atividades, posicionamento em discussões em sala, assiduidade em aulas	1ª Série C					
	1ª Série E					
DURANTE O PRIMEIRO BIMESTRE a qualidade dos argumentos dos alunos em discussões durante minhas aulas foi satisfatória. Os argumentos foram críticos, científicos e alinhados com os conteúdos estudados.	1ª Série C					
	1ª Série E					
HOJE a qualidade dos argumentos dos alunos em discussões durante minhas aulas foi satisfatória. Os argumentos são críticos, científicos e alinhados com os conteúdos estudados.	1ª Série C					
	1ª Série E					
DURANTE O PRIMEIRO BIMESTRE os alunos demonstraram facilidade em aprender (independente dos resultados obtidos em atividades avaliativas) em minha disciplina.	1ª Série C					
	1ª Série E					
HOJE os alunos demonstram facilidade em aprender (independente dos resultados obtidos em atividades avaliativas) em minha disciplina.	1ª Série C					
	1ª Série E					
Os alunos, em algum momento de minhas aulas, mencionaram sobre assuntos e/ou atividades realizados nas aulas de robótica	1ª Série C					

Apêndice C

Termo de Anuência



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
Rua.: Aprígio Veloso, nº 882, Bairro Universitário, Campina Grande, PB.
CEP.: 58429-900 - Tel.: 2101-1429

DECLARAÇÃO DE ANUÊNCIA

Eu, _____,
Diretor(a) Escolar da Escola _____

_____, autorizo
o desenvolvimento da pesquisa intitulada: “*Aplicações da Robótica Educacional para o Desenvolvimento do Pensamento Computacional no Contexto da Educação Básica*”,
que será realizada nesta instituição no período de Abril a Dezembro de 2018, tendo como orientadora Prof^ª. Dr^ª. Lívia Maria Rodrigues Sampaio Campos, co-orientador Prof. Dr. Wilkerson de Lucena Andrade, e orientanda Isabelle Maria Lima de Souza.

Campina Grande, ____ de _____ de 2018.

Diretor (a) Escolar

Apêndice D

Termo de Assentimento



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
LABORATÓRIO DE PRÁTICAS DE SOFTWARE

Rua: Aprígio Veloso, nº 882,
Bairro Universitário, Campina Grande, PB.
CEP: 58429-900 - Tel.: 2101-1429

TERMO DE ASSENTIMENTO

Caro Responsável/Representante Legal:

Estamos convidando o aluno menor sob sua responsabilidade, _____

a participar da pesquisa “Aplicações da Robótica Educacional para o Desenvolvimento do Pensamento Computacional no Contexto da Educação Básica” e que está sob a responsabilidade da pesquisadora Isabelle Maria Lima de Souza.

Queremos saber o quanto a Robótica Educacional ajuda os alunos da Educação Básica a resolverem problemas e a aprenderem disciplinas como matemática, física, química e demais disciplinas que estudam em suas escolas.

Pedimos seu consentimento para que este aluno de menor sob sua responsabilidade participe da pesquisa, mas caso não queira é um direito seu e não terá nenhum problema em não consentir. Os alunos que irão participar desta pesquisa têm de 11 a 17 anos de idade.

A pesquisa será feita na Escola (**Nome da Escola**) onde o aluno estuda, e para isso será necessário:

- Realização de atividades práticas com Robótica Educacional, durante 1 (um) bimestre, com aplicação de questionários e testes com alunos e professores;
- Acesso ao desempenho escolar (notas) dos alunos antes e durante as atividades práticas com Robótica Educacional.

Nas atividades, usaremos kits de robótica, computadores ou notebooks, papel, lápis, régua, materiais considerados seguros, mas é possível que os alunos não se sintam confortáveis em participar das atividades e em responder aos questionários e testes. Mas há coisas boas que podem acontecer, como a melhora do desempenho dos alunos nas atividades escolares e o despertar para uma futura formação Universitária.

Gostaríamos de deixar claro que a participação é voluntária e que você poderá retirar seu consentimento, se assim achar melhor. Isso NÃO causará penalização ou prejuízo de qualquer natureza para você ou para o aluno sob sua responsabilidade. Não será cobrado nada, não haverá gastos e não estão previstos ressarcimentos ou indenizações.

Ninguém saberá que o aluno estará participando da pesquisa; não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que obtermos. Os resultados da pesquisa irão ser publicados na dissertação de mestrado da pesquisadora responsável, periódicos e revistas científicas, mas sem identificar os alunos que participaram.

Desde já, agradecemos a atenção e a participação e colocamo-nos à disposição para maiores informações. Você ficará com uma via deste Termo e, em caso de dúvida(s) e outros esclarecimentos sobre esta pesquisa, você poderá entrar em contato com a pesquisadora principal: Isabelle Maria Lima de Souza, Rua Rosa Farias Dantas, 124, Casa B, Novo Cruzeiro, Campina Grande (PB), tel. (83) 99624-1326.

Caso sinta que o menor sob sua responsabilidade foi prejudicado por participar desta pesquisa, poderá recorrer ao Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos – CEP, do Hospital Universitário Alcides Carneiro - HUAC, situado a Rua: Dr. Carlos Chagas, s/n, São José, CEP: 58401 – 490, Campina Grande-PB, Tel: 2101 – 5545, E-mail: cep@huac.ufcg.edu.br; Conselho Regional de Medicina da Paraíba e a Delegacia Regional de Campina Grande.

CONSENTIMENTO PÓS INFORMADO

Eu _____ portador do RG n°: _____ confirmo que Isabelle Maria Lima de Souza me explicou os objetivos da pesquisa, portanto, concordo em dar meu consentimento para o referido menor participar como voluntário e aceito participar da pesquisa “Aplicações da Robótica Educacional para o Desenvolvimento do Pensamento Computacional no Contexto da Educação Básica”.

Entendi as coisas ruins e as coisas boas que podem acontecer. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir e que ninguém vai ficar com raiva de mim. Os pesquisadores tiraram minhas dúvidas e ficou claro como a pesquisa irá acontecer.

Recebi uma cópia deste termo de assentimento, li e concordo em participar da pesquisa.

Campina Grande - PB, ____ de _____ de 2018.

(Assinatura responsável ou representante legal)

Eu, _____ (nome do membro da equipe que apresentar o Termo de Assentimento) obtive de forma apropriada e voluntária o consentimento do sujeito da pesquisa ou representante legal para a participação na pesquisa.

(Assinatura do membro da equipe que apresentar o Termo de Assentimento)

(Identificação e assinatura do pesquisador responsável)

Apêndice E

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar como voluntário de uma pesquisa cujo título é “*Aplicações da Robótica Educacional para o Desenvolvimento do Pensamento Computacional no Contexto da Educação Básica*” e que está sob a responsabilidade da pesquisadora Isabelle Maria Lima de Souza, aluna de mestrado do programa de Pós-Graduação em Computação da UFCEG.

Após ser esclarecido(a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa, você não será penalizado(a).

O objetivo da pesquisa é analisar o desenvolvimento das habilidades relacionadas ao Pensamento Computacional no decorrer de atividades com Robótica Educacional no contexto da Educação Básica e suas relações com o aprendizado das ciências do currículo. Segundo Wing (2006), o Pensamento Computacional é um conjunto de habilidades desenvolvidas ao estudar conteúdos da Ciência da Computação, mas que favorecem todas as pessoas em atividades de resolução de problemas, competência fundamental para formação de estudantes segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais. Os resultados auxiliarão na verificação dos efeitos que a Robótica Educacional causam nas habilidades relacionadas à resolução de problemas e, conseqüentemente, no aprendizado dos componentes curriculares da Educação Básica.

Para a realização da pesquisa na Instituição de Ensino, poderá ser necessário:

- Realização de atividades práticas com Robótica Educacional, com aplicação de questionários e testes com alunos e professores;
- Acesso ao desempenho escolar (notas) dos alunos nas disciplinas, antes e durante as atividades práticas com Robótica Educacional.

Todas as informações fornecidas, obtidas e utilizadas na análise desta pesquisa serão tratadas de forma sigilosa. Os riscos envolvidos nesta pesquisa incluem os alunos se sentirem desconfortáveis em participar das atividades e em responder os questionários e testes. Caso isso ocorra, cada aluno poderá se ausentar, assim como parar de responder os questionário e teste, após receberá auxílio necessário. Os benefícios desta pesquisa envolvem a identificação a partir de um estudo baseado no método científico, de habilidades do Pensamento Computacional desenvolvidas com ajuda da Robótica Educacional e, por conseqüência, o entendimento dos impactos que ela proporciona na capacidade de resolução de problemas dos alunos da Educação Básica. Podendo auxiliar na identificação de elementos que motive e/ou reconduza práticas pedagógicas com Robótica Educacional, de tal modo a estimular nos alunos as habilidades do Pensamento Computacional, e assim contribuir com o ensino da Instituição. Os resultados serão publicados na dissertação de mestrado da pesquisadora responsável, periódicos e revistas científicas, mas sem identificar os alunos que participaram.

O contato com a pesquisadora pode ser realizado por e-mail isabellemaria@copin.ufcg.edu.br ou no endereço Rua Aprígio Veloso, 882 - Universitário, Campina Grande – PB. Caso a pesquisa não esteja sendo realizada da forma esperada ou que prejudique os sujeitos de sua Instituição de alguma forma, você pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Alcides Carneiro - CEP-HUAC pelo telefone (83) 2101 - 5545 entre segunda e sexta-feira das 07h00 às 17h00 ou pelo e-mail cep@huac.ufcg.edu.br.

CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO DO SUJEITO

Concordo em participar do presente estudo como sujeito. Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção de meu acompanhamento.

Dados do participante da pesquisa	
Nome:	
RG:	CPF:
Telefone:	Email:

Campina Grande, ____ de ____ de 2018.

Assinatura do participante da pesquisa

Assinatura da pesquisadora