UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE DE LISBOA
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO

ESTUDO DE AULA DE MATEMÁTICA COM ROBÓTICA EDUCACIONAL NA FORMAÇÃO INICIAL DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA

CRHISTIANE DA FONSECA SOUZA

Orientadores: Professor Doutor Arlindo José de Souza Junior, da Universidade Federal de Uberlândia
Professor Doutor João Pedro Mendes da Ponte, da Universidade de Lisboa

Tese em regime de cotutela internacional especialmente elaborada para a obtenção do grau de Doutor em Educação, na especialidade de Didática da Matemática.

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE DE LISBOA
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO

ESTUDO DE AULA DE MATEMÁTICA COM ROBÓTICA EDUCACIONAL NA FORMAÇÃO INICIAL DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA

Crhistiane da Fonseca Souza

Orientadores: Professor Doutor Arlindo José de Souza Junior, da Universidade Federal de Uberlândia
Professor Doutor João Pedro Mendes da Ponte, da Universidade de Lisboa

Júri:
Presidente: Doutora Fabiana Fiorezi de Marco, Professora Associada II da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Uberlândia
Vogais:

- Doutora Hélia Margarida Aparício Pintão de Oliveira, Professora Auxiliar do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa;
- Doutora Marisa Alexandra Ferreira Quaresma, Professora Auxiliar Convidada do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- Doutor João Frederico da Costa Azevedo Meyer, Professor Associado da Universidade Estadual de Campinas;
- Doutora Maria Raquel Miotto Morelatti, Professora Assistente II da Universidade Estadual Paulista, Campus de Presidente Prudente;
- Doutor Arlindo José de Souza Júnior, Professor Titular da Faculdade de Matemática da Universidade Federal de Uberlândia, orientador;
- Doutora Giselle Moraes Resende Pereira, Professor Adjunto da Faculdade de Matemática da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo;

Tese em regime de cotutela internacional especialmente elaborada para a obtenção do grau de Doutor em Educação, na especialidade de Didática da Matemática.

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

S729e 2021

Souza, Crhistiane da Fonseca, 1974-
Estudo de aula de matemática com robótica educacional na formação inicial do professor de matemática [recurso eletrônico] / Crhistiane da Fonseca Souza. - 2021.

Orientadores: Arlindo José de Souza Júnior ; João Pedro Mendes da Ponte.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação Multi-Institucional em Educação (UFU - ULisboa).
Modo de acesso: Internet.
Disponível em: http://doi.org/10.14393/ufu.te.2021.5548
Inclui bibliografia.
Inclui ilustrações.

1. Educação. I. Souza Júnior, Arlindo José de, 1963-, (Orient.). II. Ponte, João Pedro Mendes da, 1953-, (Orient.). III. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação Multi-Institucional em Educação (UFU - ULisboa). IV. Título.

CDU: 37

Glória Aparecida
Bibliotecária - CRB-6/2047

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Educação
Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 1G, Sala 156 - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
Telefone: (34) 3239-4212 - www.ppged.faced.ufu.br - ppged@faced.ufu.br

ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Educação				
Defesa de:	Tese de Doutorado Acadêmico, 22/2021/296, PPGED				
Data:	Oito de setembro de dois mil e vinte e um	Hora de início:	09h:00mm	Hora de encerramento:	13h00
Matrícula do Discente:	11713EDU010				
Nome do Discente:	CRHISTIANE DA FONSECA SOUZA				
Título do Trabalho:	"Estudo de Aula de Matemática com Robótica Educacional na Formação Inicial do Professor de Matemática"				
Área de concentração:	Educação				
Linha de pesquisa:	Educação em Ciências e Matemática				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	"Robótica na Educação Digital"				

Reuniu-se, através do serviço de Conferência Google Meet (https://meet.google.com/tps-cigv-szf), a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Educação, assim composta: Professores Doutores: João Frederico da Costa Azevedo Meyer - UNICAMP; Hélia Margarida Aparício Pintão de Oliveira - ULISBOA; Maria Raquel Miotto Morelatti - UNESP; Marisa Alexandra Ferreira Quaresma - ULISBOA; Fabiana Fiorezi de Marco Matos - UFU; Giselle Moraes Resende Pereira - UFU e Arlindo José de Souza Júnior - UFU, orientador da candidata.

Iniciando os trabalhos a presidente da mesa, Dra. Fabiana Fiorezi de Marco Matos, apresentou a Comissão Examinadora e a candidata, agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovada.

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.

Documento assinado eletronicamente por **Giselle Moraes Resende Pereira**, **Professor(a) do Magistério Superior**, em 08/09/2021, às 13:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Fabiana Fiorezi de Marco Matos**, **Presidente**, em 08/09/2021, às 13:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Arlindo José de Souza Junior**, **Professor(a) do Magistério Superior**, em 08/09/2021, às 13:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Hélia Margarida Aparício Pintão de Oliveira**, **Usuário Externo**, em 08/09/2021, às 17:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Marisa Alexandra Ferreira Quaresma**, **Usuário Externo**, em 08/09/2021, às 18:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **João Frederico da Costa Azevedo Meyer**, **Usuário Externo**, em 08/09/2021, às 18:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Maria Raquel Miotto Morelatti**, **Usuário Externo**, em 08/09/2021, às 22:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3024868** e o código CRC **9EA75330**.

Dedico este trabalho aos meus filhos Brenner e Luiz Felipe, ao meu esposo Kleiber e a meus pais Marcílio e Maria Sebastiana (*in memoriam*) pelo amor incondicional.

AGRADECIMENTOS

Tenho muito a agradecer neste momento. Começo agradecendo a Deus pela *experiência* da vida que me foi oferecida, por me dar esperança e iluminar meu caminho.

Agradeço a todos que foram importantes nesta trajetória de aprendizado e partilha. Aos meus orientadores, professor Arlindo e professor João Pedro. Ao amigo Arlindo, que acreditou nesse trabalho coletivo, sempre me incentivou a vencer as barreiras. Aprendi muito com seus conhecimentos e criatividade ao longo de todo o caminho na pesquisa. Sabiamente soube aproximar-se nos momentos que mais precisei de apoio e direção. Ao professor João Pedro, pela confiança e acolhida. Sempre muito prestativo e atencioso, me auxiliou em todas as fases da consolidação da cotutela e no encerramento desse estudo. Os ensinamentos de ambos foram sempre muito pertinentes e de muita sabedoria. Agradeço pelas *experiências* que me possibilitaram aprender e crescer como profissional, pesquisadora, professora e pessoa.

Ao meu querido esposo Kleiber e aos meus queridos filhos, Brenner e Luiz Felipe, pelo apoio incondicional. Imergiram juntos na *experiência.* Nos momentos de cansaço e incertezas souberam me ouvir e apoiar, deram-me a mão, e, sobretudo, me auxiliaram nos dias mais difíceis.

Agradeço especialmente aos estagiários, colaboradores dessa pesquisa, com quem aprendi muito nesta trajetória que construímos juntos. Essa conquista não é minha, mas de todo grupo.

Ao professor e amigo professor Fernando, por ter possibilitado esta prática, agradeço por ter feito parte, por construirmos juntos o caminho da pesquisa, me ajudou e ensinou em vários momentos importantes desse estudo. Sua paixão e dedicação ao trabalho com a robótica educacional foram e são inspiração à todos que participaram da investigação.

Ao professor supervisor e aos alunos do Ensino Médio agradeço por acreditarem e participarem do ROBOMAT.

Aos professores das bancas de qualificação e defesa agradeço muito pelas contribuições para a conclusão desse estudo.

Aos grandes formadores e professores do PPGED/UFU e IE/ULisboa, com quem tive o prazer de aprender tanto sobre a Educação. Agradeço pela partilha, pelo encontro, pelos risos soltos que transbordaram as aulas de conhecimento, mas sobretudo, motivaram o prazer em aprender e evoluir como formadora. Gostaria de agradecer pelas confraternizações, pois proporcionaram momentos descontraídos, de trocas e de construção de novas amizades.

Aos alunos da disciplina ‘Robótica no Ensino de Matemática’, turmas 2014 e 2017, por mergulharmos no universo da robótica educacional juntos e com os quais aprendi muito. Um agradecimento especial ao Henrique Gabriel por compartilhar sua experiência com o grupo durante a pesquisa.

Aos amigos do NUPEME, pela partilha de conhecimentos e contribuições. Agradeço especialmente aos professores Alex, Danilo, Brythnner, Deive, Éliton, Hutson, Marcos e professora Suzelaine por compartilharem suas experiências com o grupo durante a investigação.

Aos meus pais, Marcílio e Maria†, pela educação, carinho e amor dedicados. Por me ensinarem o valor da escola e da formação desde pequena. Agradeço ao meu pai por sempre me apoiar e ajudar, dando forças e cuidando de mim. À minha tia Lázara pelo carinho, amor e amparo nos momentos que precisei de um colo de mãe e por me inspirar para o campo da educação. Todo meu amor e gratidão. Aos meus familiares e amigos, pelas palavras de incentivo, companhia, descontração, desabafos e amizade, fundamentais para revitalizar e prosseguir o caminho.

Aos grandes professores com quem tive o prazer de aprender ao longo de toda minha vida, pelos quais sempre nutri grande admiração e respeito. Cada um, a seu modo, contribuiu para eu ser a pessoa que sou, mãe, esposa, filha, amiga e professora. Todos eles foram *modelos* de aprendizagem e inspiração.

Aos amigos que conheci nessa caminhada, seja na UFU ou na ULisboa, pessoas maravilhosas que guardarei no coração. Agradeço pelas oportunidades de discutir sobre as pesquisas em andamento. Um agradecimento especial à Ranúzy pela amizade, atenção e por me socorrer em momentos tão importantes.

À UFG/UFCAT, funcionários, professores e amigos pela liberação do trabalho durante a investigação, que se tornou fundamental para a concretização dessa qualificação profissional. Especialmente ao professor Fernando Kennedy por compartilhar sua experiência com o grupo durante a pesquisa e professor Marcelo Stoppa por me apoiar nos primeiros passos com a robótica educacional dentro da instituição.

Ao James Madson e professor Dr. Marcelo Soares Pereira da Silva, secretário e coordenador do PPGED, respectivamente, que não mediram esforços para atender as demandas e me socorrer com a documentação necessária às duas instituições.

“Há escolas que são gaiolas e há escolas que são asas.
Escolas que são gaiolas existem para que os pássaros desaprendam a arte do vôo.
Pássaros engaiolados são pássaros sob controle.
Engaiolados, o seu dono pode levá-los para onde quiser.
Pássaros engaiolados sempre têm um dono. Deixaram de ser pássaros.
Porque a essência dos pássaros é o vôo. Escolas que são asas não amam pássaros engaiolados.
O que elas amam são pássaros em vôo. Existem para dar aos pássaros coragem para voar.
Ensinar o vôo, isso elas não podem fazer, porque o vôo já nasce dentro dos pássaros. O vôo
não pode ser ensinado. Só pode ser encorajado.”
(ALVES, 2001)

RESUMO

Esta pesquisa surgiu do desenvolvimento de uma proposta de inovação pedagógica com robótica educacional e estudo de aula, na formação inicial de professores, de um Curso de Licenciatura em Matemática em uma universidade pública brasileira. O objetivo desta investigação foi o de *compreender como o estudo de aula com robótica educacional contribuem na formação inicial de professores de Matemática no contexto do Estágio Supervisionado.* Neste estudo apresentamos a seguinte questão de investigação: *Como o estudo de aula com robótica educacional possibilitam a construção de conhecimento profissional nos futuros professores de Matemática durante o Estágio Supervisionado I?* Na fundamentação teórica refletimos sobre o desenvolvimento profissional docente, o conhecimento profissional dos professores de Matemática, o estudo de aula incluindo a formação inicial de professores, robótica educacional e seu potencial, e apresentamos uma revisão de literatura do tipo estado da arte, sobre teses e dissertações brasileiras realizadas no período de 2002 a 2020, envolvendo o trabalho com robótica educacional na formação de professores. A pesquisa segue uma abordagem qualitativa e contou com a realização de doze ciclos de estudo de aula, para doze alunos de 1.ª e 2.ª série do Ensino Médio. O processo de produção das informações da pesquisa foi realizado através da observação participante com a produção do diário de campo, fotografias, questionários, gravação das aulas e entrevistas em áudio, com respectivas transcrições, e os documentos produzidos pelos estagiários (relatórios, artigos e demais trabalhos da disciplina). Os resultados da investigação mostram que a prática formativa possibilitou que os futuros professores desenvolvessem alguns aspectos do conhecimento didático em três vertentes. Eles reconstruíram o que já sabiam e aprofundaram os conhecimentos sobre alguns conteúdos matemáticos para o ensino. Na condução de aulas com abordagem exploratória centrada nos alunos, os estagiários desenvolveram conhecimento sobre o pensamento matemático dos alunos e o modo como aprendem. Sobre a prática educativa, desenvolveram conhecimento sobre planejamento de aulas, construção de tarefas investigativas e exploratórias de Matemática com os robôs, como organizar e conduzir as aulas de modo a promover a aprendizagem dos alunos. Os futuros professores desenvolveram uma fluência tecnológica, com relação aos conhecimentos sobre a robótica educacional e como ensinar e aprender com esse recurso. Essa prática pedagógica se constitui uma inovação desde a ação e a intenção de inovar, na construção de contextos de aprendizagem que favoreçam professores e alunos assumirem novos papéis. O aluno, como o protagonista do processo, e o professor, como o mediador, que cria ambientes ricos e favoráveis para a aprendizagem. A natureza reflexiva e colaborativa do estudo de aula contribuiu para que os estagiários refletissem sobre e para a prática, promovessem mudanças e adaptações nas aulas seguintes. Essas reflexões contribuíram para uma nova perspectiva da identidade docente desses estagiários.

Palavras-chave: Robótica Educacional. Estudo de Aula. Formação Inicial de professores. Estágio Supervisionado. Conhecimento Profissional.

ABSTRACT

This research arose from the development of a proposal for pedagogical innovation with educational robotics and lesson study, in the initial teacher education, of a Mathematics Degree Course at a Brazilian public university. The goal of this investigation was to *understand how lesson study and educational robotics contribute to the initial education of mathematics teachers in the context of the Supervised Internship*. In this study, we present the following research question: *How does lesson study with educational robotics enable the construction of professional knowledge in future mathematics teachers during Supervised Internship I?* In the theoretical foundation we reflect on the professional development of teachers, the professional knowledge of mathematics teachers, the lesson study including initial teacher training, educational robotics and their potential, and we present a review of the state-of-the-art literature on theses and Brazilian dissertations carried out from 2002 to 2020, involving work with educational robotics in teacher education. The research follows a qualitative approach and and was based on twelve cycles of lesson study, with follow-up classes, for twelve students from the 1st and 2nd grades of Brazilian high school. The process of producing the research information was carried out through participant observation, production of the field diary, photographs, questionnaires, recording of classes and audio interviews, with the respective transcripts, and the documents produced by the interns (reports, articles and other discipline assignment). The results of the investigation show that the training practice enabled prospective teachers to develop some aspects of didactic knowledge in three aspects. They reconceive what they already knew and further developed their knowledge about some mathematical content for teaching. Through classes with an exploratory student-centered approach, interns developed knowledge about students' mathematical thinking and the way they learn. Regarding educational practice, they developed knowledge about lesson planning, construction of investigative and exploratory tasks in mathematics with robots, how to organize and conduct classes in order to promote student learning. The prospective teachers developed a technological fluency, regarding the knowledge about educational robotics and how to teach and learn with this resource. This pedagogical practice is an innovation since the action and the intention to innovate, in the construction of learning contexts that favor teachers and students to assume new roles. The student, as the protagonist of the process, and the teacher, as the mediator, who creates rich and favorable environments for learning. The reflective and collaborative nature of the class study contributed to the trainees reflecting on and for the practice, promoting changes and adaptations in the follow-up classes. These reflections contributed to a new perspective on the teaching identity of these interns.

Keywords: Educational Robotics. Lesson Study. Initial Teacher Education. Supervised Internship. Professional Knowledge.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Disquetes utilizados para gravar as versões de vários trabalhos ao longo dos anos 27
Figura 2 – Proposta de Robótica Educacional..... 40
Figura 3 – Panorama da Formação de Futuros Professores de Matemática..... 55
Figura 4 – Modelo do conhecimento para o ensino de Matemática..... 62
Figura 5 – Dimensões do conhecimento didático 64
Figura 6 – Processo cíclico do estudo de aula..... 67
Figura 7 – Modelo orgânico de estudo de aula 69
Figura 8 – A reflexão estabelecendo uma ligação entre a prática e a teoria..... 83
Figura 9 – Quantidade de artigos por ano usando as palavras-chave "Education And Robot" 87
Figura 10 – Visão simplificada dos campos de estudo envolvidos na Robótica Educacional 88
Figura 11 – Robô NAO em atividade de tutoria com um aluno..... 91
Figura 12 – Número de artigos, por ano, usando as palavras-chave a) "Education AND Robot AND Initial Teacher Education OR Pre-service"; b) "Education AND Robot AND Initial Teacher Education OR Pre-service AND Mathematics" 98
Figura 13 – Panorama da pesquisa com robótica educacional na formação de professores 129
Figura 14 - Esquema da robótica educacional na formação de professores..... 130
Figura 15 – Mapeamento do nível de ensino em que ocorreram as pesquisas em robótica educacional na formação de professores..... 132
Figura 16 – Diagrama dos materiais utilizados nas pesquisas analisadas..... 132
Figura 17 – Gráfico da quantidade de estagiários por ano de ingresso no Curso..... 145
Figura 18 – Distribuição da carga horária do curso entre disciplinas obrigatórias (OB), optativas (OP), núcleo livre (NL) e atividades complementares (AC)..... 146
Figura 19 – Distribuição da carga horária do curso entre disciplinas de Núcleo Comum (NC), Núcleo Específico (NE), Núcleo Livre (NL) e Atividades Complementares (AC)..... 146
Figura 20 – Organização do Curso de Licenciatura em Matemática 149
Figura 21 – Diagrama de fluxo do Curso de Licenciatura em Matemática..... 150
Figura 22 – Contribuição por área de conhecimento na matriz curricular geral 157
Figura 23 – Nuvem de palavras acerca das experiências com TDIC no Curso de Licenciatura..... 161
Figura 24 – Comparação entre (a) Tecnologias usadas para estudo e (b) uso do Computador..... 163
Figura 25 – Grau de utilização da internet para realização de tarefas acadêmicas 163
Figura 26 – Distribuição do percentual de participantes da pesquisa pela ocupação..... 170
Figura 27 – Contagem de Participantes por Apelido 171
Figura 28 – Distribuição do percentual de participantes da pesquisa por faixa etária 171
Figura 29 – Distribuição do percentual de participantes da pesquisa por rede de ensino durante o Ensino Fundamental..... 172

Figura 30 – Distribuição do percentual de participantes da pesquisa por rede de ensino durante o Ensino Médio 172
Figura 31 – Idade que ganharam primeiro celular e computador 173
Figura 32 – Videogame por idade 173
Figura 33 – Experiências dos estagiários com TDIC durante Ensino Médio 174
Figura 34 – Locais de acesso à *internet* 174
Figura 35 – Nuvem de palavras acerca da motivação para a escolha e a permanência no Curso de Licenciatura em Matemática 178
Figura 36 – Eixos de Análise da pesquisa 189
Figura 37 – Mapa do primeiro eixo de análise 190
Figura 38 – Entrelaçamento e movimento das ações realizadas 201
Figura 39 – Primeiro robô trabalhado e a programação utilizada por um subgrupo 206
Figura 40 – Grua Móvel 208
Figura 41 – Construção do Relógio Analógico Classic-Clock 209
Figura 42 – Cobra Cascavel construída por Rogério 210
Figura 43 – Palestras por videoconferência 214
Figura 44 – Nuvem de palavras acerca das concepções dos estagiários sobre o *Workshop* 215
Figura 45 – Turma Virtual de Estágio Supervisionado I 225
Figura 46 – Conteúdo Programado da disciplina Estágio Supervisionado I 226
Figura 47 – Tarefas da disciplina Estágio Supervisionado I 227
Figura 48 – Comunidade ROBOMAT: Estudos de aula de Matemática com Robótica Educacional 232
Figura 49 – Programação dos sensores realizada pela dupla Kitty e Yoda (relatório 2) 235
Figura 50 – Programação do robô para executar as funções atribuídas por Thiago 236
Figura 51 – Programação utilizada no Castor Bot utilizando o sensor ultrassônico 237
Figura 52 – Mapa mental dos conceitos envolvidos durante as aulas de robótica educacional 242
Figura 53 – Mapa do segundo eixo de análise 248
Figura 54 – Imagens do kit utilizado em sala 259
Figura 55 – Robô Castor Bot em processo de construção 260
Figura 56 – Modelo matemático/robótico elaborado para o Castor Bot 262
Figura 57 – Robô Castor Bot percorrendo um caminho em L 263
Figura 58 – O percurso do robô no giro de 45° e as figuras geométricas envolvidas para a programação 264
Figura 59 – Robô Grua Móvel em construção 267
Figura 60 – Grua Móvel 268
Figura 61 – Programação para movimentar a Grua Móvel 269
Figura 62 – Programação completa da Grua Móvel 270
Figura 63 – Construção do Relógio Analógico 272

Figura 64 – Cobra Cascavel construída por Rogério 273
Figura 65 – Interação entre as áreas na obtenção do modelo matemático/robótico 274
Figura 66 – Esquema do processo da Modelagem Matemática & Robótica Educacional 275
Figura 67 – Mapa do terceiro eixo de análise 277
Figura 68 – Ciclo do estudo de aula 279
Figura 69 – Primeira aula de investigação: construção do protótipo 287
Figura 70 – Alunos medindo a distância a ser percorrida pelo robô 288
Figura 71 – Sugestão de programação para o robô 288
Figura 72 – Mensagem de WhatsApp enviada pelo professor supervisor da escola 292
Figura 73 – Os estagiários e alunos durante a Dinâmica do Robô 296
Figura 74 – Bloco de Notas distribuído aos alunos 297
Figura 75 – Lousa com explicação da aula e alunos fazendo testes com o robô 297
Figura 76 – Alunos fazendo os testes durante a segunda e terceira aulas de investigação, quadro branco com revisão dos conceitos trabalhados na segunda aula de investigação 299
Figura 77 – Aluno modificando o robô. Local do desafio final. Estagiária e Alunos fazendo as medições para o desafio 300
Figura 78 – Estagiários auxiliando os alunos. Aluno programando o robô. 306
Figura 79 – Sugestões de programação das três tarefas 306
Figura 80 – Robô Plotter construído. Robô Plotter fazendo desenhos e o labirinto. Plotter fazendo o desenho para a Tarefa 1. Alunos respondendo às tarefas. 314
Figura 81 – Programação para construir um quadrado usando o Plotter 315
Figura 82 – Solução das tarefas 3 e 4 e respectivos cálculos dos alunos 316
Figura 83 – Aluno preparando o Robô Plotter para executar o desenho do labirinto 316
Figura 84 – Plano Cartesiano representado no piso da sala. Programação utilizada com sensores. 324
Figura 85 – Alunos medindo as distâncias. Programação utilizada por uma equipe. 325
Figura 86 – Catapulta construída por uma equipe de alunos 333
Figura 87 – Gincana Tiro ao Alvo 333
Figura 88 – Gincana da Pirâmide de latas 335
Figura 89 – Alunos testando a catapulta 335
Figura 90 – Últimos registros da disciplina – alunos, estagiários e formadores 336
Figura 91 – Processo de ensino-aprendizagem mediado pela robótica educacional 340
Figura 92 – Mapa do quarto eixo de análise 361
Figura 93 – Esquema sobre o Percurso do Estudo de Aula até a Modelagem Matemática 406

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Contrastes entre a formação e desenvolvimento profissional, segundo Ponte (1994, 1998, 2005a). 54
Quadro 2 – Síntese das principais informações sobre as pesquisas analisadas no estado da artesquis 125
Quadro 3 – Tabulação das dissertações e teses agrupadas de acordo com as respectivas pós-graduações 128
Quadro 4 – Características e quantidade de questionários respondidos 142
Quadro 5 – Experiências e tempo de docência dos estagiários 182
Quadro 6 – Mudança no papel do professor, potencializada pelas TDIC 199
Quadro 7 – Síntese das ações realizadas neste estudo 200
Quadro 8 – Identificando as aulas de investigação e os estagiários responsáveis 220
Quadro 9 – Subgrupo, respectivos componentes e quantidade de ciclos 282
Quadro 10 – Identificando os estagiários, observadores, robôs e conteúdos matemáticos 283
Quadro 11 – Tarefas propostas na segunda e terceira aulas de investigação 298
Quadro 12 – Tarefas desenvolvidas nas quarta e quinta aulas de investigação 305
Quadro 13 – Tarefas para as sexta e sétima aulas de investigação 313
Quadro 14 – Desafios propostos na nona e décima aulas de investigação 323
Quadro 15 – Tarefas propostas nas 11a e 12a aulas de investigação 334

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior
ENDIPE	Encontros Nacionais de Didática e Práticas de Ensino
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
GEMAT	Grupo de Pesquisa em Educação Matemática
IBAM	Informática Básica na Educação Matemática
IME	Instituto de Matemática e Estatística
IE	Instituto de Educação
IMTec	Instituto de Matemática e Tecnologia
MEC	Ministério da Educação
MKT	*Mathematical Knowledge for Teaching*
NUPEME	Núcleo de Pesquisa em Mídias na Educação
PCK	*Pedagogical Content Knowledge*
PIBID	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
PPC	Projeto Pedagógico de Curso
PPP	Projeto Político Pedagógico
PROBEC	Programa de Bolsas de Extensão e Cultura
RGCG	Regulamento Geral dos Cursos de Graduação
ROBOMAT	ROBOMAT: construindo cenários de Matemática com Robótica Educacional
RPL	Robótica Pedagógica Livre
SIGAA	Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TDIC	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação
UFCAT	Universidade Federal de Catalão
UFG	Universidade Federal de Goiás
ULisboa	Universidade de Lisboa
UFU	Universidade Federal de Uberlândia

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 20

2 DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL DO PROFESSOR E ESTUDO DE AULA 51
2.1 O CONCEITO DE DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL 51
2.2 CONHECIMENTO PROFISSIONAL 59
2.3 O ESTUDO DE AULA 65
2.3.1 Estudo de Aula como Processo de Desenvolvimento Profissional de Professores 65
2.3.2 Estudo de Aula na Formação Inicial de Professores 72
2.3.3 Adaptações 75
2.4 A COLABORAÇÃO E A REFLEXÃO NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES 77

3 ESTRATÉGIAS FORMATIVAS DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA COM ROBÓTICA EDUCACIONAL 85
3.1 CONCEITUANDO ROBÓTICA EDUCACIONAL: DIFERENTES USOS E CONTRIBUIÇÕES 85
3.2 ESTRATÉGIAS FORMATIVAS DE PROFESSORES COM ROBÓTICA EDUCACIONAL 96

4 METODOLOGIA E CAMINHOS DA INVESTIGAÇÃO 135
4.1 ABORDAGEM QUALITATIVA 135
4.2 CARACTERIZANDO A PESQUISA 137
4.2.1 Instrumentos para Produção de Material para Análise 140
4.3 ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA 143
4.4 O CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA DA REGIONAL CATALÃO-UFG 144
4.4.1 Estrutura do Curso de Licenciatura em Matemática da Regional Catalão-UFG 145
4.4.2 Princípios Orientadores e Norteadores do Curso 151
4.4.3 TDIC no Curso de Licenciatura em Matemática 159
4.4.4 O Estágio Supervisionado do Curso de Licenciatura 164
4.5 PARTICIPANTES DA PESQUISA 168
4.6 A ESCOLHA E PERMANÊNCIA NO CURSO 176
4.7 PAPEL DA PESQUISADORA, SELEÇÃO E CARACTERÍSTICAS DOS ALUNOS DO ENSINO MÉDIO 186
4.8 ANÁLISE DOS DADOS 187

5 CULTURA DIGITAL NO ESTÁGIO SUPERVISIONADO I 190
5.1 ESTÁGIO SUPERVISIONADO I A PARTIR DO ROBOMAT 190
5.2 A ORGANIZAÇÃO DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO I 199
5.2.1 A Experimentação 202
5.2.2 O Estudo Teórico 212
5.2.3 O *Workshop*: Seminários de Robótica Educacional e Movimento *Maker* 213
5.2.4 O Estudo de Aula 217
5.3 OS PROCESSOS INTERATIVOS OPORTUNIZADOS COM O ESTÁGIO SUPERVISIONADO I 222

5.3.1 Processos interativos com as TDIC 223
5.3.2 Processos interativos com a robótica educacional 234
5.3.3 Interação no Grupo durante as três Primeiras Fases do Estágio Supervisionado I 243
5.4 ONDE CHEGAMOS 246

6 ROBÓTICA EDUCACIONAL & MODELAGEM MATEMÁTICA 248
6.1 MODELAGEM MATEMÁTICA 248
6.2 ENTRELAÇANDO MODELAGEM MATEMÁTICA E ROBÓTICA EDUCACIONAL 252
6.3 CONSTRUINDO MODELOS MATEMÁTICOS COM ROBÓTICA EDUCACIONAL 256
6.3.1 Introduzindo o tema da Robótica Educacional para Futuros Professores de Matemática 258
6.3.2 Construindo Modelos Matemáticos/Robóticos com o *Castor Bot* 260
6.3.3 Construindo Modelos Matemáticos/Robóticos com o *Castor Bot* com Sensores 264
6.3.4 Construindo Modelos Matemáticos/Robóticos com a Grua Móvel 266
6.3.5 (Re)Construindo Modelos Matemáticos/Robóticos com o Relógio Analógico e a Cobra Cascavel 271
6.4 CONJECTURANDO MODELAGEM MATEMÁTICA & ROBÓTICA EDUCACIONAL 273

7 O ESTUDO DE AULA NO ESTÁGIO SUPERVISIONADO I 277
7.1 A ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO DE AULA: NECESSIDADE DE ADAPTAÇÕES 277
7.2 OS CICLOS DO ESTUDO DE AULA 284
7.2.1 O Primeiro Ciclo do Estudo de Aula 285
7.2.1.1 Planejamento 285
7.2.1.2 A 1ª Aula de Investigação: Uma introdução à Robótica e o kit LEGO® Mindstorms 286
7.2.1.3 Sessão de Reflexão 289
7.2.2 O Segundo e Terceiro Ciclos do Estudo de Aula 292
7.2.2.1 Planejamento 292
7.2.2.2 A 2ª e 3ª Aulas de Investigação: Matemática Básica com Robótica 295
7.2.2.3 As Sessões de Reflexão 300
7.2.3 O Quarto e Quinto Ciclos do Estudo de Aula 303
7.2.3.1 Planejamento 303
7.2.3.2 A 4ª e 5ª Aulas de Investigação: Castor Bot com sensor ultrassônico 305
7.2.3.3 As Sessões de Reflexão 307
7.2.4 O Sexto, Sétimo e Oitavo Ciclos do Estudo de Aula 309
7.2.4.1 Planejamento 309
7.2.4.2 As 6ª, 7ª e 8ª Aulas de Investigação: Geometria Plana com o Robô Plotter 312
7.2.4.3 As Sessões de Reflexão 317
7.2.5 O Nono e Décimo Ciclos do Estudo de Aula 321
7.2.5.1 Planejamento 321
7.2.5.2 A 9ª e 10ª Aulas de Investigação: Explorando Geometria Analítica com o Seguidor de Linha 323

7.2.5.3 A Sessão de Reflexão *325*
7.2.6 O Décimo Primeiro e Décimo Segundo Ciclos do Estudo de Aula **328**
7.2.6.1 Planejamento *328*
7.2.6.2 A 11ª e 12ª Aulas de Investigação: Explorando Função do 2º Grau com a Catapulta *332*
7.2.6.3 As Sessões de Reflexão *336*
7.3 CONTRIBUIÇÕES DO ESTUDO DE AULA 338
7.3.1 Desenvolvimento do Conhecimento Didático **338**
7.3.2 A Observação, a Reflexão, a Colaboração e as Adaptações **351**

8 APRENDIZAGENS COM O ESTÁGIO SUPERVISIONADO I: EVOLUÇÃO DAS PERSPECTIVAS **361**
8.1 MOVIMENTO NAS PERSPECTIVAS DOS FUTUROS PROFESSORES: TDIC E ESTUDO DE AULA 361
8.1.1 As perspectivas dos futuros professores sobre o trabalho com TDIC **364**
8.1.2 Perspectivas dos futuros professores sobre o trabalho com Robótica Educacional **369**
8.1.2.1 Perspectivas iniciais dos futuros professores sobre a Robótica Educacional *370*
8.1.2.2 Movimento nas perspectivas dos futuros professores sobre Robótica Educacional *373*
8.1.3 Movimento nas perspectivas dos futuros professores sobre a prática docente e o estudo de aula **378**
8.2 MOVIMENTO NAS PERSPECTIVAS DOS FUTUROS PROFESSORES SOBRE OS PROCESSOS DE AUTORIA 389

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS **401**

REFERÊNCIAS **409**

APÊNDICE A – METADADOS DOS ESTUDOS ANALISADOS NOS ANOS DE 2002 A 2020. ..... **427**

APÊNDICE B – MODELO DE RELATÓRIO **430**

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO 1 ..... **432**

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO 2 ..... **440**

APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO 3 ..... **441**

APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO 4 ..... **442**

APÊNDICE G – QUESTIONÁRIO 5 ..... **443**

APÊNDICE H – QUESTIONÁRIO 6 ..... **444**

APÊNDICE I – ROTEIRO DE ENTREVISTA 445

APÊNDICE J – MODELO DO TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO 447

APÊNDICE K – MODELO DO PLANO DE AULA 448

1 INTRODUÇÃO

Este é um momento[1] em que me propus a resgatar minha cultura digital[2] e os caminhos percorridos, no decorrer de minha trajetória de vida, por acreditar que as experiências formativas pelas quais passei e também os desafios enfrentados, de cunho pessoal e profissional, conduziram-me ao presente, dando-me motivos para escolher ser formadora de professores e, consequentemente, desenvolver o estudo que se segue. Trata-se de uma narrativa amparada em memórias afetivas e que demonstram a construção de uma carreira acadêmica, permeada por lutas do cotidiano.

Segundo Larrosa (2002b, p. 69), "é contando histórias, nossas próprias histórias o que nos acontece e o sentido que damos ao que nos acontece, que nos damos a nós próprios uma identidade no tempo". Perseguindo esse objetivo pessoal, na direção de compreender a mim mesma no contexto de um processo de desenvolvimento profissional, e por acreditar no valor de minha história pessoal, a fim de justificar a escolha do tema proposto, convido o leitor a conhecer parte da minha infância e os desdobramentos pessoais e profissionais, as experiências que influenciaram o emaranhado de causas e consequências que me trouxeram a este momento.

Remonto-me a lembranças familiares, compartilhadas em ocasiões de confraternização e a fatos pretéritos de inegável relevância, influenciados por fatores sociais, políticos e culturais de caráter formativo de todo indivíduo, já que "o pessoal é político" (LOURO, 1997, p. 9), constituído num meio social e pertencente a diferentes grupos (família, igreja, escola etc.). Sendo assim, apresento minha busca pelo autoconhecimento, a partir dos modos como aprendi a realizar e a lidar com a realidade que me foi oferecida.

Sabe-se que o tempo ameniza lembranças, anuviando detalhes que, se vívidos, poderiam sentenciar o homem a uma vida no passado. Não obstante, o ser humano é fruto do que lhe aconteceu, de suas experiências ao longo da vida e das aprendizagens coletivas, ainda que muito se perca nas intrincadas e ainda pouco conhecidas engrenagens do subconsciente. E para lembrar-me de minha própria história com a riqueza de detalhes desejada, da experiência que me passou (LARROSA, 2002a), recorri a conversas muito agradáveis com familiares e amigos.

Acerca do resgate do passado, Arroyo (2013) poetiza que

---

[1] Para a redação desta tese decidimos o uso do português do Brasil.

[2] "A comunicação mediada pelas tecnologias digitais tornou possível o que chamamos de cultura digital, algo que nos envolve, como atmosfera, e de que participamos como produtores e consumidores, pois integra nossa vida cotidiana, nossas casas e as relações que estabelecemos entre nós e com o mundo material e simbólico" (DUARTE; BARROS; MIGLIORA, 2011, p. 156).

> Quando revisitamos nosso lugar, nossa cidade, matamos saudades e encontramos surpresas. Não podemos acreditar em tudo, mas nos faz bem ouvi-las. Reacendem nossa memória e nossa identidade. Somos o lugar onde nos fizemos, as pessoas com quem convivemos. Somos a história de que participamos. A memória coletiva que carregamos. (ARROYO, 2013, p. 14)

Reviver tais lembranças trouxe-me uma nostalgia que provocou um profundo sentimento de gratidão por todas as alegrias e amor recebidos, sem, contudo, ignorar que as vicissitudes enfrentadas também devem ser agradecidas, pois me permitiram experienciar e vencer desafios, aprender a *endurecer* frente a dificuldades, mas sem perder a capacidade de resiliência, posto que o ser humano está sempre em processo de evolução e eu, enquanto mulher, educadora, mãe, filha e esposa, assumi diferentes papéis, que exigem uma autoavaliação constante.

Vim para Catalão – GO ainda criança, cresci cercada por irmãos, primos e vizinhos. Nunca me faltou diversão porque numa casa com cinco crianças, sempre se tem com quem brincar ou o que fazer. O pomar tornou-se o espaço das brincadeiras do dia a dia, e além do pega-pega na rua ou no quintal, brincava de pula corda e de índio, com direito a arco e flechas de verdade. Aprendi a andar de bicicleta em ruas de terra, disputando espaço com os poucos automóveis, sem nenhuma proteção. Foram muitas quedas e inúmeros arranhões.

A criatividade infantil não conhece limites e uma das brincadeiras que mais gostava era fingir ser professora e dar aulas para os amiguinhos, primos, vizinhos, irmãos e até para as poucas bonecas que possuía na época. Desde muito cedo, restou evidente o meu interesse em estudar, aprender e, por fim, ensinar, e aos poucos assumi a responsabilidade de ajudar os irmãos mais novos nas tarefas escolares.

Ainda que minha mãe não tivesse avançado nos estudos, em parte por dizer que não gostava de estudar e, principalmente, pelas dificuldades da época, ela juntamente com meu pai sempre fizeram questão de ensinar aos filhos o valor de uma boa formação na construção de um futuro próspero. Vale ressaltar que o acesso à escola, naquela época e região, era muito difícil, especialmente para uma mulher, que não raro era relegada aos afazeres domésticos e ao cuidado da família.

Desde pequena eu desejava ser professora e, ao levar ou buscar meus irmãos mais novos na escola, sempre demorava mais do que o normal para observar a rotina ou ajudar no que podia ou era solicitada. Minha tia Lázara era professora da escola em que fui alfabetizada, o que facilitava o acesso ao local. Eu a substituí algumas vezes em turmas de pré-escolar, sob a supervisão próxima da merendeira, que estava sempre presente para qualquer eventualidade.

Tive uma origem humilde e honesta, sonhei em ser professora desde a tenra infância, hoje sou uma educadora e pesquisadora no universo da docência e, como tantos, supero diariamente desafios e preconceitos para seguir trilhando o caminho que escolhi. Com esses pequenos "fragmentos descosidos das histórias que recebeu" (LARROSA, 2013, p. 22), pretendo levar o leitor à compreensão das escolhas feitas e dos caminhos trilhados até chegar ao desenvolvimento desta pesquisa.

No ano de 1980, iniciei minha trajetória escolar. Com entusiasmo e encantamento, desejava desvendar um mundo que ainda me era estranho: ler, escrever e fazer contas. Ao ver um de meus irmãos ir para a escola pela primeira vez, a vontade de acompanhá-lo fez com que minha mãe me matriculasse em uma instituição municipal pré-escolar, perto de casa, conhecida como Escola Pinóquio. Aprendi a ler, escrever e contar logo no primeiro ano, enquanto a maioria dos colegas apenas soletrava algumas palavras. No ano seguinte, tanto a professora quanto minha mãe argumentaram que eu, por já saber ler, escrever e fazer contas, não precisava cursar a 1ª série. Na nova escola submeteram-me então a um exame oral, por meio do qual deveria ler as palavras escritas no quadro, escrever algumas outras que me foram ditadas e efetuar operações matemáticas. O resultado foi excelente, então fui matriculada na 2º série no Colégio Estadual Dona Iayá.

Muitas educadoras agregaram-me memórias afetivas durante a infância e recordo-me com carinho da *Tia Divina*, uma mulher baixinha e muito exigente, que influenciou minha escolha pela profissão de professora. Nas palavras de Arroyo (2013, p. 17), "guardamos em nós o mestre que tantos foram, podemos modernizá-lo, mas nunca deixamos de sê-lo. Para reencontrar, lembrar é preciso".

Já na 5ª série, fui transferida para o Colégio Estadual João Netto de Campos, no qual estudei até a 8ª série do 1º grau e uma parte do 2º grau. Diferente da escola anterior, o novo Colégio era bem distante de minha casa, o que me rendia uma boa caminhada matinal de aproximadamente 40 minutos. Me vi em uma realidade diferente, vivenciando uma escola muito maior, tanto em espaço físico quanto em número de alunos, além de muitas disciplinas e professores diversos. Participei de muitos projetos interessantes, os quais despertaram alguns interesses que mantenho até hoje, como o gosto pela pintura e os trabalhos manuais. A biblioteca era lugar de estar diariamente para realizar as buscas nas antigas enciclopédias ou encontrar um bom livro para ler.

Convicta de minha decisão, fiz o curso Técnico em Magistério, no Colégio Estadual João Netto de Campos. Percebi durante esse processo de formação que ser professora era minha primeira e única opção, pois jamais pensei em fazer outra coisa que não fosse ensinar. No

decorrer do curso, tive os primeiros contatos com disciplinas importantes da área de Educação e com uma disciplina de fundamental importância: Prática de Ensino e Estágio Supervisionado, com carga horária de 483 horas. Faz-se relevante mencionar a oportunidade de realizar um estágio com uma turma da 2ª série do 1º grau, ao lado de uma professora com vasta experiência, que me possibilitou acompanhar e observar a turma ao longo de um ano letivo e, por fim, conduzir algumas aulas para aquela classe.

No curso de Magistério, tive excelentes professores que posteriormente foram docentes de cursos da Universidade Federal de Goiás (UFG) em Catalão ou em Goiânia. A herança dos meus mestres contribuiu para ser a professora de hoje, pois acredito que "o saber-fazer as artes dos mestres da educação do passado deixaram suas marcas na prática dos educadores e das educadoras de nossos dias [...] traços mais permanentes sobrevivem em todos nós" (ARROYO, 2013, p. 18).

Durante todo o percurso de formação do 1º até o 2º grau, incluindo o curso técnico, não vivenciei *experiências* ou tive acesso a tecnologias, como computadores, por exemplo, pois tais equipamentos ainda não eram acessíveis para a maioria das pessoas da sociedade brasileira. Em geral, as escolas de Catalão eram muito precárias e de pouquíssimos recursos. Mesmo nas secretarias escolares, a tecnologia mais moderna era a máquina de datilografar, tanto que até os diplomas emitidos eram preenchidos manualmente ou datilografados. Ademais, as tarefas de sala ou *para casa* eram sempre passadas no quadro de giz e os alunos as copiavam em seus cadernos, e as avaliações, na maioria das vezes, também eram da mesma forma, copiadas pelos próprios alunos e depois respondidas no caderno ou em uma folha específica.

Durante o último ano do 2º grau, encontrava-me no momento de escolher o curso superior. Sendo de origem financeira humilde, desempregada e casada, a única possibilidade existente era estudar em Catalão. Na única Universidade Pública da cidade existiam apenas seis cursos, todos de licenciatura, a saber: Educação Física, Geografia, História, Letras, Matemática e Pedagogia. Estranhamente, minhas dúvidas pairavam entre Matemática e Letras, dois cursos muito diferentes, mas como sempre gostei dos números, prestei o vestibular para o Curso de Licenciatura em Matemática ofertado pelo Departamento de Matemática da Universidade Federal de Goiás (UFG) - Regional Catalão.

Uma alegria imensa invadiu meu coração ao ser aprovada no vestibular, pois era a primeira pessoa da família a entrar para a Universidade. Sempre imaginei o contentamento de minha mãe[3] ao ver a filha graduada, como sempre desejara. O sentimento de atender ao desejo

[3] Minha mãe faleceu em 1990, quando eu tinha 15 anos.

de minha mãe sempre me motivou. Iniciei o curso superior em 1993, com regime anual e noturno. Na época, eu trabalhava e senti logo a necessidade de me dedicar exclusivamente ao Curso, caso quisesse fazê-lo com qualidade.

O Curso de Licenciatura em Matemática seguia o modelo que ficou conhecido popularmente como "3 + 1", "a partir da formação de bacharéis [...], acrescenta-se um ano com disciplinas da área de educação para a obtenção da licenciatura, esta dirigida à formação de docentes para o 'ensino secundário'" (GATTI, 2010, p. 1356, grifos da autora).

A disciplina de Introdução à Computação ministrada pelo Prof. Dr. Donald Mark Santee fazia parte da grade curricular ofertada no segundo ano. Algumas aulas práticas ocorriam em uma sala que era chamada de 'laboratório', na qual havia apenas um computador PCXT 286. Foi o meu primeiro contato com essa máquina, até então algo distante de minha realidade. A maioria dos colegas de classe não tinha acesso ou conhecimento de como usá-lo. Já na primeira aula no laboratório foi pedido aos alunos que registrassem no caderno todas as informações verbais repassadas pelo professor. Inicialmente, não se sabia o nome de nenhuma peça periférica, então eu as nomeava em meu caderno da seguinte maneira: caixa preta no chão, tecla de tomada *onde* liga e desliga, tela igual de televisão e assim por diante, além de elaborar um roteiro minucioso de como ligar e desligar o computador, como acessar os ambientes (diretórios e comandos) utilizados na disciplina. Ao final da aula, o professor nos mostrou as potencialidades daquela máquina, que resolvia equações, quando ensinada.

Na parte final da disciplina seria necessário realizar algumas atividades, dentre elas, programar a máquina para que, sozinha, resolvesse equações diferenciais, sistemas de equações algébricas lineares e outras (de acordo com a ementa supracitada). O trabalho era individual e cada aluno tinha uma lista de questões para resolver. Contudo, todos se ajudaram, esclarecendo as dúvidas uns dos outros. A maior dificuldade encontrada era o acesso ao computador, pois havia apenas uma máquina para todos os discentes, incluindo os de outras disciplinas. Nesse contexto, adquiri o meu primeiro disquete de três polegadas e meia para armazenar o trabalho. Ainda que a metodologia de ensino implementada não tenha superado o modelo tradicional e tecnicista de ensino, com suas famosas listas de exercícios para repetir o modelo apresentado pelo professor no início, a *inovação* para a época não me fez questionar, eu estava curiosa e entusiasmada para desvendar esse novo universo.

Esse primeiro contato com o computador mostrou-me a necessidade de buscar mais informação, bem como interagir e criar situações para utilizá-lo. No quarto ano, na disciplina de Fundamentos de Matemática, o Prof. Dr. Rogério Ferreira propôs um trabalho semelhante a uma monografia. Embora naquela época tal trabalho não fosse pré-requisito para a conclusão

do Curso, seria exigido para aprovação na disciplina em questão. O professor selecionou alguns artigos da Revista do Professor de Matemática[4] e os distribuiu entre os alunos da turma, conforme interesse individual pelos temas propostos.

Eu escolhi o artigo intitulado Legendre e o Postulado das Paralelas, escrito por Ávila (1992). Realizei um estudo minucioso do artigo, buscando compreender e refazer todas as demonstrações dos teoremas e proposições, além dos enunciados das definições usadas e não explicitadas. Em uma atitude proativa, optei por aprender a utilizar o *TEX*, uma ferramenta criada por Donald E. Knuth, usada para escrever textos com fórmulas matemáticas, além de aprender mais uma *linguagem de programação* e avançar um pouco no estudo da informática. Todo o trabalho era armazenado numa pasta no computador, mas também era salvo em vários disquetes, como cópias de segurança.

Por sugestão do professor, o trabalho, que levou o mesmo título do artigo, resultou em minha primeira apresentação oral em um evento científico local, no qual apenas três alunos da turma fizeram o mesmo. O público ouvinte era composto por alunos e professores do Curso, mas também por professores convidados, que fariam suas palestras durante o evento. A apresentação era digitada no *TEX*, impressa nas transparências e projetadas, utilizando o retroprojetor. Ah, já havíamos usado essa tecnologia em algumas disciplinas. Apesar do nervosismo, recordo-me da emoção de ser capaz de fazer uma exposição daquele nível, com 30 minutos de apresentação, para um público de aproximadamente 80 pessoas.

Na prática da monitoria[5], na graduação, durante a resolução de exercícios para os alunos do curso de Licenciatura em Matemática, ou quando passava de carteira em carteira auxiliando nas dúvidas dos mesmos, é que me enxerguei como professora da Universidade. Já tinha a *experiência*, de modo informal, com as crianças na alfabetização, com as crianças dos anos iniciais do 1º grau, durante o estágio no curso de Magistério, e estava trabalhando com Matemática na Educação Básica. Identifiquei-me em trabalhar com alunos mais velhos e, ao longo do tempo, percebi que gostava de trabalhar com alunos adultos.

No entanto, para alcançar o objetivo de lecionar para adultos, eu deveria buscar uma carreira acadêmica solidificada na qualificação, tanto *lato* quanto *strictu sensu*. Sendo assim, no ano de 1997, fiz o curso de Especialização em Matemática, sob a coordenação do Prof. Dr. Ovídio Cândido de Oliveira Filho e oferecido pelo Departamento de Matemática da Regional Catalão/UFG. Como tinha bolsa de estudos fornecida pela Coordenação de Aperfeiçoamento

[4] A revista pode ser encontrada em https://www.rpm.org.br/.
[5] Fui monitora de Álgebra I durante os anos de 1994 a 1996, disciplina atualmente chamada Teoria dos Números.

de Pessoal de Nível Superior (Capes), aproveitei a possibilidade para me dedicar integralmente ao curso.

Redigi minha monografia com base nos conhecimentos adquiridos na graduação, em relação ao *TEX*, e utilizei o computador do laboratório supracitado, que era compartilhado entre os cinco alunos do curso, alguns poucos alunos da graduação e alguns professores. À época, esse laboratório havia recebido mais máquinas, exatamente para atender à demanda do curso. Por fim, defendi a monografia sob o título *Separação de Raízes de Polinômios* (SOUZA, 1997), orientada pelo Prof. Dr. Paulo Roberto Bergamashi, o qual me oportunizou uma segunda apresentação oral num evento local. O Curso em questão possibilitou uma aproximação com outras ferramentas ou *softwares*[6] computacionais, para, por exemplo, resolver equações diferenciais e sistemas de equações. A forma de armazenar o trabalho e suas várias versões também se deu utilizando disquetes.

Entre 2002 e 2003, motivada por colegas da UFG, cursei disciplinas isoladas de Métodos Matemáticos Aplicados à Engenharia Mecânica e Álgebra Linear Aplicada à Engenharia Mecânica, no Curso de Pós-graduação de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), mas apesar de aprovada, percebi que não tinha interesse em continuar naquela área de formação.

Sendo assim, no segundo semestre de 2003, iniciei duas disciplinas (como aluna ouvinte) no curso de Mestrado em Matemática, do Instituto de Matemática e Estatística (IME) da UFG, Regional Goiânia (RG), ingressando como aluna regular no ano seguinte. No ano de 2004, defendi a dissertação, *Cascatas de Órbitas Homoclínicas Reversíveis para uma Sela-Foco* (SOUZA, 2004), sob a orientação do Prof. Ph.D. João Carlos da Rocha Medrado, que resultou em duas publicações. Em esclarecimento, os *softwares* mais utilizados foram: *WinEdt*, editor de texto para *Windows* para a criação e compilação do documento em *LaTex*, seguindo as normas de formatação exigidas para o relatório, e o *CorelDraw,* para construção das figuras em $\mathbb{R}^2$ e $\mathbb{R}^3$, que eram convertidas em linguagem de programação *TEX* e inseridas no documento do *WinEdt*, que ao compilar o arquivo, produziam-nas conforme foram construídas no *CorelDraw* e o *TEX* as compilava como texto.

Nessa época já havia acesso à *internet* por meio de dois computadores disponibilizados aos alunos do mestrado e o acesso ao *e-mail* foi importante para guardar as informações do

[6] "Um programa, ou *software*, é uma lista bastante organizada de instruções codificadas, destinadas a fazer com que um ou mais processadores executem uma tarefa. Através dos circuitos que comandam, os programas interpretam dados, agem sobre informações, transformam outros programas, fazem funcionar outros computadores e redes, acionam máquinas físicas, viajam, reproduzem-se etc." (LÉVY,1999, p. 41, grifo meu)

trabalho realizado. Raramente se salvava em CD, pois ainda era um objeto caro e não permitia regravação. Ao longo dos anos, vários disquetes foram acumulados com versões dos trabalhos da graduação, especialização e mestrado, além das versões da dissertação e apresentação para defesa (Figura 1).

Figura 1- Disquetes utilizados para gravar as versões de vários trabalhos ao longo dos anos



Fonte: A Pesquisadora.

A apresentação para a defesa utilizei o *WinEdt*, que converte para uma versão em PDF. Por precaução, imprimi toda a apresentação nas transparências para o retroprojetor. Mas ao final, a apresentação se deu com a utilização de um *notebook* e o *Datashow* pertencentes ao IME/UFG.

A *internet* transformou as rotinas, a interação com as pessoas e o acesso a novos conhecimentos provocaram modificações em minha vida na dimensão pessoal, social e profissional. Mesmo que não pudesse enxergar o que o futuro me reservava, segui pelo caminho escolhido, com a certeza de que minhas decisões me levariam à realização profissional e pessoal. Todas as *experiências* até então relatadas me fizeram acreditar que meu lugar era na docência e por isso segui adiante.

Minha prática docente foi marcada por *experiências* resultantes do tempo e do trabalho coletivo, vivenciadas durante doze anos na Educação Básica e vinte e três anos no ensino superior, desses, mais de dez anos trabalhei com o Estágio Supervisionado. Essas *experiências* tiveram grande influência na escolha do tema de investigação e contribuíram para o desenvolvimento desse estudo.

Baseada nas minhas vivências, retomo algumas *experiências* da prática docente que antecederam minha pesquisa. Trabalhei por doze anos no Colégio Nossa Senhora Mãe de Deus

e por quatro anos no Colégio Estadual 'Dona Iayá'. O primeiro, porque foi a minha primeira *experiência* em sala de aula, as primeiras turmas, os primeiros desafios para a professora nos anos iniciais da carreira. A insegurança com relação aos conteúdos e à forma de organizar e conduzir as aulas, o desafio de motivar e despertar o interesse dos alunos foram presentes nesse início de carreira. O segundo colégio me trouxe lembranças da infância e das *experiências* desse tempo de aluna. Ainda que eu tenha tido outras vivências em escolas estaduais e particulares, nenhuma se comparou à aprendizagem nessas duas instituições. As tecnologias disponíveis e que mais utilizava em sala eram o vídeo, o retroprojetor, priorizando a resolução de problemas, dinâmicas, desafios e jogos matemáticos. Eu iniciava ou finalizava minhas aulas no Ensino Fundamental com um desafio de lógica ou lógica matemática e, mesmo que o desafio ou problema não estivesse relacionado ao conteúdo específico da aula, tal metodologia era utilizada para trabalhar competências e habilidades dos alunos, tais como a elaboração de estratégias, raciocínio lógico, trabalho em grupo, etc. Com essa *experiência* na Educação Básica consegui perceber os erros e acertos diários pelos quais passa o professor nos primeiros anos da profissão, as dificuldades de aprendizagens dos diferentes alunos e os desafios da educação pública brasileira e da prática docente.

Ingressei na Universidade Federal de Goiás, no Departamento de Matemática[7], em 1998, e acabei deixando a Educação Básica. Primeiramente me fiz professora de Matemática e, com o tempo, pelas demandas internas em minha unidade, me aproximei da Educação Matemática. Aos poucos fui me interessando pela área e me envolvendo com as adaptações realizadas no programa do Curso de Licenciatura.

Os cursos de formação de professores passaram por um período de transição e ajustes, devido à publicação da Lei n. 9.294/96 – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – de dezembro de 1996 e das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores, promulgadas em 2002. Com isso, "as Diretrizes Curriculares para cada curso de licenciatura passam a ser aprovadas pelo Conselho Nacional de Educação" (GATTI, 2010, p. 1357).

Vários avanços importantes ocorreram, nos últimos anos, com relação à formação de professores no Brasil. Contudo, não foram capazes de resolver a diversidade de problemas educacionais que o país possui. Para D'Ambrosio (1998b, p. 239), "as grandes dificuldades da

[7] Com a expansão ao longo dos anos, a Universidade Federal de Goiás (UFG), Campus Catalão passou por algumas mudanças em sua estrutura organizacional. Uma mudança ocorreu com a criação do novo Estatuto e Regimento Geral, aprovado em abril de 2015, mudando o Campus Catalão para Regional Catalão (RC) e o Departamento de Matemática para Instituto de Matemática e Tecnologia (IMTec). Atualmente, a Regional Catalão passou por novas mudanças tornando-se uma universidade independente, a Universidade Federal de Catalão (UFCAT). No entanto, quando me referir aos mesmos, utilizarei ainda UFG, juntamente com os devidos termos e as siglas. Essa escolha se dá devido ao fato da pesquisa, em sua maior parte, ter acontecido no período de transição.

educação são centradas na formação inadequada do professor. Essa inadequação reside sobretudo em dois setores: falta de capacidade para conhecer o aluno e obsolescência dos conteúdos adquiridos nas licenciaturas". Durante minha graduação, de fato, não tive a oportunidade de conhecer o aluno da Educação Básica, o que me ocasionou diferentes inseguranças nos primeiros anos da profissão. Essa inquietação se manteve enquanto discutia as mudanças no curso de formação inicial de professores.

O curso de Licenciatura em Matemática da UFG – Regional Catalão passou por várias mudanças, no sentido de atender às novas demandas legais, mas também demandas sociais, no que culminou na construção e implantação do seu Projeto Pedagógico de Curso (PPC). Esse processo provocou muitos tensionamentos e dificuldades, pois o quadro de docentes não se sentia habilitado para implementar as mudanças e assumir as novas disciplinas. Para discussão da implementação das novas disciplinas e também do novo PPC, foi criado o Grupo de Pesquisa em Educação Matemática (GEMAT), em 2007 pelo Prof. Dr. Rogério Ferreira, do qual fiz parte. O GEMAT foi muito relevante nesse processo, pois promoveu reuniões periódicas para debater questões relacionadas às novas disciplinas assumidas pelos professores, que faziam parte desse grupo, tais como as problemáticas do Estágio Supervisionado e seus novos moldes. O GEMAT reuniu um grupo de docentes interessados em realizar as discussões, superar os novos desafios e construir os delineamentos necessários, principalmente para as disciplinas específicas da Educação Matemática.

Aos poucos, fui assumindo as novas disciplinas da área da Educação Matemática, inteirando-me das discussões e problematizações da época, como D`Ambrosio (1998b) já alertava para a necessidade de repensar os cursos de formação de professores, de modo que estes pudessem desenvolver novas competências e habilidades. Para esse pesquisador, no que diz respeito à Matemática, a formação de professores precisa capacitar os indivíduos a refletir, a discutir, a conhecer os impactos do desenvolvimento tecnológico e científico na sociedade, bem como os diferentes aspectos de sua cultura.

No GEMAT, uma preocupação presente nas discussões se referia ao Estágio, que mesmo diante das mudanças que os cursos de licenciaturas estavam passando, sempre foi compreendido como a parte prática do curso de formação de professores, contrapondo-se à teoria (PIMENTA; LIMA, 2017). É muito comum ouvir que "na prática a teoria é diferente", "na prática a teoria é outra". O estágio, nessa concepção de formação, se limita a ser apenas a parte prática, em contraposição às disciplinas teóricas do curso. Uma outra concepção de estágio é de que ele "tem de ser teórico-prático, ou seja, que a teoria é indissociável da prática" (PIMENTA; LIMA, 2017, p. 27).

Ambas as concepções de estágio, segundo Pimenta e Lima (2017), empobrecem as práticas nas escolas e levantam várias críticas e questionamentos sobre a verdadeira finalidade do estágio na formação de professores. A teoria tem o papel de clarificar e fornecer subsídios ou instrumentos ao docente para compreender a realidade, questionar, refletir e investigar sobre as práticas e as ações dos envolvidos, juntamente com o questionamento sobre a própria teoria (PIMENTA; LIMA, 2017).

No cenário de mudanças pelas quais o Curso de Licenciatura em Matemática da UFG – Regional Catalão – estava passando, o estágio foi delineado em duas disciplinas anuais, com carga horária de 200 horas/aula cada, visando superar essas concepções reducionistas. Com a percepção de que

> o estágio não é atividade prática, mas teórica, instrumentalizadora da *práxis* docente, entendida esta como atividade de transformação da realidade. Nesse sentido, o estágio curricular é atividade teórica de conhecimento, fundamentação, diálogo e intervenção na realidade, esta sim, objeto da *práxis*. Ou seja, é no contexto da sala de aula, da escola, do sistema de ensino e da sociedade que ocorre a *práxis*. (PIMENTA; LIMA, 2017, p. 36-37, grifos nossos)

Sendo assim, o estágio supervisionado do Curso foi planejado para "se constituir como atividade teórica", que proporciona aos estagiários[8], "em sua futura *práxis docente*, transformarem a realidade do ensino nos contextos onde se situarem, contribuindo para a emancipação" (PIMENTA; LIMA, 2017, p. 38, grifos das autoras).

Com essa compreensão, a primeira disciplina, denominada Estágio Supervisionado I, é realizada por meio de projeto desenvolvido em instituições relacionadas ao ensino formal (escolas da Educação Básica) ou não formal (hospitais, instituições de ensino de alunos com necessidades especiais ou cursos de formação profissional). Essa componente curricular tem como intenção contemplar alguns princípios norteadores do Curso, principalmente a formação ética e a função social do profissional, bem como possibilitar a prática profissional e a articulação entre teoria e prática. O segundo, o Estágio Supervisionado II desenvolvido exclusivamente em ambientes de ensino formal é direcionado a desenvolver os princípios norteadores, principalmente, a prática profissional, articular teoria e prática, voltado à construção do conhecimento a partir da compreensão do futuro espaço de atuação. Essas duas disciplinas se complementam e se apoiam na percepção de que é preciso uma nova postura diante do conhecimento, que não é mais considerado como capaz de explicar toda situação

[8] Para evitar a repetição, utilizei termos como 'futuros professores' e 'futuros docentes' para me referir aos estagiários, participantes desta pesquisa.

observada. Numa postura investigativa, o estagiário deverá buscar novos conhecimentos para explicar as situações da realidade. Esses novos conhecimentos virão da análise crítica e reflexiva da relação entre a teoria disponível e os dados obtidos da realidade. Deste modo, o estágio irá instrumentalizar a *práxis* docente (PIMENTA; LIMA, 2017).

Por mais de dez anos atuei no Estágio Supervisionado do Curso de Licenciatura em Matemática e, por quatro anos consecutivos, fui Coordenadora de Estágio, com a concepção de que o estágio é um importante campo, que vai contribuir com o processo formativo dos futuros professores, na compreensão do futuro espaço de atuação e na construção do conhecimento a partir do seu saber-fazer docente. Uma das situações vividas com as turmas de estágio ao longo dos anos corresponde à dificuldade de desenvolver atividades, utilizando as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) nas propostas de intervenção elaboradas pelos estagiários. Muitos voltavam das escolas desanimados com a futura carreira e com a falta de interesse dos alunos pelas aulas de Matemática. Inegavelmente, a permanência na carreira docente envolve muitas questões complexas, dentre elas, as questões salariais e as condições de trabalho. Mas sempre me perguntei: o que fazer para melhorar ou amenizar essas frustrações?

No cenário das TDIC, alguns professores do Departamento de Matemática utilizaram o Ambiente Colaborativo de Aprendizagem E-proinfo nas várias disciplinas. Na oportunidade, eu gerenciei duas turmas e participei de outra, relativa a atividades realizadas pelo GEMAT. Inicialmente, o Ambiente foi bem aceito por todos e até por professores que não faziam parte do GEMAT, pois oferecia a possibilidade de arquivar as tarefas propostas pelo docente, as realizadas e enviadas pelos alunos e as respectivas correções do professor, textos sugeridos para leitura, postar notícias, criar fóruns de discussão, entre outras ações. Assim, o E-proinfo se constituía em um Ambiente virtual de aprendizagem (AVA).

> Os Ambientes virtuais de aprendizagem (AVA) são aplicativos que auxiliam na montagem de cursos acessíveis pela Internet. Eles são elaborados para auxiliar os docentes no gerenciamento de conteúdos para seus alunos, permitem acompanhar constantemente o progresso dos estudantes, e são utilizados como ferramenta para educação a distância e também para complementar aulas presenciais. (MATHIAS; TONET, 2013, p. 2)

A esse respeito, o AVA consiste "em uma ferramenta que otimiza o ensino-aprendizagem e a comunicação entre alunos e docentes, possibilitando maior exercício de autonomia e desenvolvimento de novas habilidades" (PRADO *et al*., 2012, p. 864).

O E-proinfo atraiu o interesse por oferecer uma via de comunicação entre alunos e professores, além de proporcionar uma complementação das aulas presenciais. No entanto, o ambiente começou a apresentar muitas inconsistências, pois ficava em manutenção e sem acesso, e por fim, os professores resolveram abandoná-lo, uma vez que os alunos reportavam que não haviam conseguido acessar as tarefas ou enviar seus relatórios e acabavam enviando por *e-mail*.

Nos anos de 2016 e 2017 passei a utilizar o Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (SIGAA) da UFG, como AVA. De fato, esse ambiente permite uma interação do docente com a turma para além de apenas registro de notas e frequências. O SIGAA oferece recursos básicos, como o lançamento de notas e frequências e, caso o docente queira, pode ser criado o AVA, possibilitando: disponibilizar documentos e material didático, atividades ou tarefas para os alunos, os alunos postam as tarefas realizadas, o professor pode dar a devolutiva ao aluno por meio do Sistema, envio de *e-mail* para toda a turma ou para cada aluno, *chats*, notícias, estatísticas dos acessos dos alunos ao Ambiente, dentre outros.

No contexto das TDIC, desenvolvi o projeto de extensão 1º TICMAT: Inovando através do uso das TIC[9] no Ensino de Matemática, que consistiu em um ciclo de oficinas desenvolvidas no Laboratório de Simulação Matemática da Regional Catalão – UFG, proposto para professores e alunos da Educação Básica das Escolas das redes pública e particular de ensino da cidade de Catalão-GO e região. Esse projeto contou com bolsistas, licenciandos em Matemática, pelo Programa de Bolsas de Extensão e Cultura (Probec), por dois anos consecutivos. De modo colaborativo, foram planejadas e desenvolvidas oficinas para alunos e professores de várias escolas, utilizando diferentes TDIC no processo de ensino-aprendizagem de Matemática.

Uma *experiência* fundamental para o redirecionamento do meu foco de estudo foi ocasionado quando assumi a Coordenação de área do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência[10] (PIBID), em 2009, na área de Matemática. Esse programa me fez perceber a necessidade da discussão e reflexão acerca da formação do professor de Matemática no âmbito da minha unidade. O PIBID me aproximou da área da Educação Matemática e de outras áreas de conhecimento, e foi nesse ambiente de aprendizagem que me aprofundei nas

[9] Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC).
[10] O PIBID foi criado pelo Decreto no 7.219, de 24 de junho de 2010, é um importante programa do Ministério da Educação (MEC) gerenciado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior (CAPES), que visa fomentar a iniciação à docência, valorizar o magistério e melhorar a formação inicial de professores nas universidades públicas, comunitárias e privadas.

obras de Paulo Freire e Ubiratan D'Ambrosio, lidas e discutidas nas *Rodas de Conversa* com licenciandos, professores das escolas e coordenadores de área de outras licenciaturas da instituição.

Propus o Núcleo de estudos sobre as Tecnologias no Ensino, que pretendia realizar junto aos bolsistas e professores das escolas estudos sobre as concepções teóricas acerca do tema, subsidiar o planejamento e execução de sequências didáticas mediadas por *softwares*, tais como GeoGebra e *Winplot*. Conseguimos revitalizar os laboratórios de informática das escolas para a realização das atividades planejadas para a intervenção didática. Sempre tive a compreensão de que,

> No que concerne à educação, é mister o entendimento das implicações que as tecnologias podem ter para o modo como os sujeitos se relacionam com o conhecimento, quais são as suas reais possibilidades e limites, evitando-se assim atribuir a elas mais do que, de fato, lhes caberia. (SANTOS, L., 2012, p. 3)

Intrigada com as dificuldades que os bolsistas PIBID relatavam, muitas vezes constatadas por mim no desenvolvimento de suas propostas didáticas nas escolas parceiras, comecei a busca para compreender as mudanças que estavam ocorrendo no contexto da sala de aula na Educação Básica e, também, na sociedade. Por um lado, as crianças são bombardeadas cada vez mais jovens por informações e conhecimentos vindos das tecnologias utilizadas no seu cotidiano. Antes, foram os computadores *desktop*, depois *notebooks*, *netbooks*, *tablets* e hoje, é comum se deparar com uma criança utilizando um celular, imersa em seu empolgante mundo virtual.

> As novas tecnologias criaram *novos espaços do conhecimento*. Agora, além da escola, também a empresa, o espaço domiciliar e o espaço social tornaram-se educativos. Cada dia mais pessoas estudam em casa, pois podem, de casa, acessar o *ciberespaço da formação* e da *aprendizagem a distância*, buscar "fora" – a informação disponível nas redes de computadores interligados – serviços que respondem às suas demandas de conhecimento. (GADOTTI, 2000, p. 7, grifos do autor)

Por outro lado, o sistema educacional foi pensado para um aluno que não existe mais, pois "nossos estudantes de hoje são todos 'falantes nativos' da linguagem digital dos computadores, vídeo games e internet" (PRENSKY, 2001, p. 1, grifos do autor). Nossos estudantes

> estão acostumados a receber informações muito rapidamente. Eles gostam de processar mais de uma coisa por vez e realizar múltiplas tarefas. [...] Eles

> preferem acesso aleatório (como hipertexto). Eles trabalham melhor quando ligados a uma rede de contatos. (PRENSKY, 2001, p. 2)

A difusão das tecnologias digitais mudou não apenas a forma da pessoa se vestir, seu estilo, mas também a forma de falar, de se relacionar e como ela pensa e compreende as informações acessadas. A mudança é tão drástica que se acredita não haver retrocessos, e esses jovens e crianças estão cada dia mais conectados virtualmente.

Eu considero ter sido *capturada* pela tecnologia, tanto para fins do trabalho quanto na vida pessoal, ou seja, faço parte da categoria de professores que nasceram antes desse *boom* das tecnologias, iniciei meus primeiros e tímidos contatos com o computador durante a graduação e, aos poucos, fui me inserindo nesse novo universo, no Ciberespaço. No entanto, muitos docentes ainda são resistentes às TDIC, principalmente no contexto da sala de aula. Percebe-se que até mesmo jovens professores em formação são relutantes em utilizar as TDIC no contexto da prática educativa, apesar de alguns deles utilizarem as tecnologias em diferentes situações cotidianas. Todavia, as rápidas transformações tecnológicas atualmente impõem novos modos de ensinar e aprender. É necessário refletir sobre o que é saber, corroborando o pensamento de que

> Educar *para* e *com* as novas tecnologias de informação e comunicação significa capacitar pessoas com competências cada vez mais sofisticadas para bem avaliar e compreender todos os aspectos da vida em sociedade que afetam as pessoas. Em que pese o avanço das novas tecnologias, em especial a *Internet* na vida cotidiana, em educação as formas de uso dessas tecnologias estão apenas começando. (PETEROSSI; ITOCAZU, 2005, p. 104, grifo nosso)

Portanto, esse novo contexto demanda ao professor o difícil desafio de ensinar seu aluno a apreender conceitos e teorias que muitas vezes não fazem sentido para ele. Em seguimento à proposta de difusão digital, em colaboração com os bolsistas PIBID, e com objetivo de potencializar a formação dos futuros professores para o uso das TDIC, foram planejadas e realizadas várias oficinas nos laboratórios das escolas e nos laboratórios da universidade para os alunos da escola parceira do programa. Várias publicações, apresentações de resumos simples, expandidos, artigos e minicursos foram produtos das ações desenvolvidas nesse núcleo.

Diante da falta de motivação dos bolsistas e estagiários em permanecer no curso de licenciatura e o desafio de ensinar os novos alunos, eu estava à procura de uma nova proposta formativa que conseguisse motivar o futuro professor para aprender a aprender, para então ensinar. Percebi a necessidade de repensar a formação de professores diante dos novos desafios,

pois tanto a escola quanto a universidade têm como maior desafio se transformar, mudar seus currículos e métodos para atender às novas demandas. Para D'Ambrosio (1998, 2007), as universidades e formadores precisam ter coragem para inovar o processo de formação de professores e evitar a mesmice tanto na escolha de conteúdos como de métodos de ensino. Para esse mesmo pesquisador, os futuros professores são formados com conteúdos obsoletos e sem conhecer os alunos.

Conhecer os alunos não quer dizer apenas cursar disciplinas, mas requer aproximar os futuros professores dos alunos em situações de aprendizagens que permitam conhecer suas formas de pensamento, como aprendem, como elaboram suas estratégias, conhecer seus gostos e interesses. O processo de formação precisa oferecer oportunidades ao professor para saber relacionar os conteúdos a situações cotidianas, que ressignifiquem os conteúdos para que façam sentido aos alunos, que despertem o interesse e os motivem a aprender Matemática de forma prazerosa.

No entanto, em geral, as universidades ainda são extremamente conservadoras, e a educação matemática

> pode proporcionar opções inovadoras para o ensino da matéria nas escolas, principalmente se os programas de pós-graduação se desencolherem e ousarem escapar da mesmice para apresentar e discutir direções e propostas novas, explorando conteúdos matemáticos modernos e atuais, reconhecendo componentes culturais e afetivos na educação matemática, e se engajando num projeto cujo maior objetivo seja o respeito mútuo entre indivíduos, entre comunidades e entre culturas. Assim a educação matemática poderá contribuir para uma humanidade justa e em paz. (D'AMBROSIO, 2007, p. 20)

Mediante essas inquietações e a necessidade de aprofundar nessas problematizações, enviei uma mensagem via *e-mail* ao professor Dr. Arlindo José de Souza Junior e agendamos uma conversa informal. Ele prontamente me recebeu em seu gabinete, sem nem mesmo me conhecer, me contou parte de sua experiência com a robótica educacional no processo de ensinar e aprender Matemática. Interessei-me pela temática, uma vez que em 2012, minha unidade havia realizado a compra de *Kits LEGO® Mindstorms Education NXT* para atender a demanda de um curso de graduação. Nesse período, eu participei de uma oficina realizada por um professor do meu instituto, com alguns robôs desse *kit*. No entanto, eu não havia desenvolvido conhecimento suficiente para trabalhar com o recurso tecnológico, mas sabia onde procurar e a quem recorrer para buscar apoio. Com base nas leituras realizadas, tinha a compreensão de que

> a robótica é uma tecnologia educativa satisfatória, cuja inserção na educação vem trazer mudanças no processo de ensino e aprendizagem e desenvolver em estudantes e professoras novas competências e saberes. [...] tem potencial de promover aprendizagem, despertar a motivação. (SILVA JUNIOR, 2019, p. 150)

Percebi as TDIC como possibilidade de mudança no processo de ensino-aprendizagem, oportunidade de desenvolver novas práticas e assumir novas posturas, tanto minha, enquanto formadora, quanto dos licenciandos, visto que:

> As TIC não são apenas ferramentas auxiliares de trabalho. São um elemento tecnológico fundamental que dá forma ao ambiente social, incluindo o ensino da matemática. Como tal, influenciam a evolução do conhecimento e da identidade profissional do professor de matemática. Os futuros professores precisam de desenvolver confiança no uso destas tecnologias e uma atitude crítica em relação a elas. Precisam de ser capazes de as integrar nas finalidades e objectivos do ensino da matemática. A tarefa dos programas de formação não é ajudar os futuros professores a aprender a usar estas tecnologias de um modo instrumental, mas considerar como é que elas se inserem do desenvolvimento do seu conhecimento e identidade profissional. (PONTE; OLIVEIRA; VARANDAS[11], 2003, p. 22)

Assim, com a expectativa de utilizar uma ferramenta para motivar os alunos a aprender Matemática e incentivar a sua criatividade, em 2014 criei a disciplina Robótica no Ensino de Matemática[12]. Não me surpreendi pela alta demanda pela disciplina, muitos alunos estavam curiosos e interessados em trabalhar com os robôs. Eu havia limitado a quantidade de inscritos a 20 alunos, pois seria impossível uma turma muito grande, tanto pela quantidade de material disponível quanto pela interação necessária durante as aulas.

Naquele primeiro ano, alguns alunos do curso de Licenciatura em Matemática, alguns bolsistas do PIBID, conseguiram[13] se matricular na disciplina, além de alunos do curso de Ciências da Computação e Licenciatura em Física. Na metodologia desenvolvida, propus o uso da Robótica Educacional, utilizando *os Kits LEGO® Mindstorms Education NXT*, para compreender a Geometria *LEGO®* - como funcionam as engrenagens, os motores e sensores - e desenvolver estratégias de construção de robôs utilizando tutoriais disponíveis na *internet* e

[11] Página na versão consultada.
[12] Ela faz parte do rol de disciplinas de Núcleo Livre ofertadas pelo IMTec, com 32 horas/aula no semestre. Vale ressaltar que o Regulamento Geral de Cursos de Graduação (RGCG) da instituição determina que os cursos sejam organizados em três núcleos: comum, específico e livre, assim, um percentual da carga horária do curso é destinado para as disciplinas do Núcleo Livre, que têm a característica de possibilitarem turmas com alunos de cursos variados. Documento disponível em https://sistemas.ufg.br/consultas_publicas/resolucoes/arquivos/Resolucao_CEPEC_2017_1557R.pdf. As disciplinas desse núcleo são propostas pelos professores e aprovadas pelas unidades que irão ofertá-las.
[13] O próprio Sistema é que seleciona os alunos para disciplinas desta natureza, atendendo alguns critérios, como alunos prováveis formandos.

criados pelos participantes. Foram trabalhadas estratégias de programação em vários protótipos escolhidos, buscando evidenciar a aplicação da Robótica no Ensino de Matemática, Física e as áreas de formação dos alunos matriculados.

Busquei apoio junto a colegas do Instituto, procurei materiais didáticos, tutoriais para construção e programação dos robôs. Nesse movimento de aprendizagem, envolvida em aprender a aprender, assumi aprender a nova ferramenta em um processo colaborativo com os alunos. Sempre que surgiam questões que eu não sabia responder, geralmente ligadas à programação dos robôs, incentivava a pesquisa sobre o tema. Mergulhei nesse novo universo, apoiada nas palavras de D'Ambrosio (1998b),

> Mas é essencial que o professor não tenha medo ou vergonha ou insegurança de dizer 'Isso eu não sei, vamos procurar juntos'. E então parta, em condições praticamente equivalentes ao aluno, à busca do conhecimento. Ele saberá como começar essa busca, terá 'dicas' de como chegar a isso, saberá em linhas gerais onde se situa o conhecimento procurado. Terá mais capacidade de se orientar, mas certamente deverá estar preparado para que um seu discípulo se revê ou rapidamente se torne um bom especialista no tema. (p. 247)

Com o tempo percebi que minha atitude exigiu ousadia e otimismo. Ousadia porque me aventurei em aprender junto com os graduandos e buscar alternativas para romper com a abordagem tradicional de ensino. Otimismo porque procurei mudar minha prática, além de estar empenhada em aprender a partir da investigação sobre a minha própria prática. Nessa aprendizagem coletiva, usamos os recursos que estavam acessíveis, como *Youtube*, revistas, tutoriais disponíveis em *sites,* entre outros. Mas havia um desconforto, pois a maioria dos materiais encontrados não focava no ensino de Matemática, como eu queria, tratava de temas gerais e variados, muitos tinham a intenção de disseminar a robótica e a programação, assim como de promover o material.

Essa disciplina motivou alguns bolsistas do PIBID a investigar sobre a temática da Robótica Educacional com os *kits LEGO*®, para o trabalho de conclusão de curso. Investigar, na concepção de Ponte (2003), é procurar aprender ou compreender algo, na época esses professores queriam investigar as contribuições da robótica educacional em contextos educativos, envolvendo a Matemática e também a Física.

Assim, em 2016 surgiu a necessidade de cadastro da proposta do projeto de extensão ROBOMAT: Aprendendo Matemática e Física através da Robótica Educacional, cujo objetivo era motivar e despertar o interesse dos alunos e professores da Educação Básica para o ensino e aprendizagem de Matemática, por meio da interdisciplinaridade com a Física e a Robótica, da contextualização e do uso das tecnologias na sala de aula. Para concretizar os objetivos, o

projeto consistiu na realização de oficinas de Robótica Educacional, para alunos e professores das escolas parceiras do PIBID, e possibilitou a mim e aos bolsistas a oportunidade de nos aproximarmos da robótica, conhecermos os *kits*, estudarmos e propormos atividades, com o intuito de desenvolver conteúdos de Matemática e Física a partir da construção e programação de robôs. Como resultado da ação de extensão, alguns trabalhos finais de curso dos licenciados do Instituto de Matemática e Tecnologia (IMTec) da UFG-Regional Catalão sobre a temática foram desenvolvidos e defendidos nos últimos anos.

Em 2016 integrei o Núcleo de Pesquisa em Mídias na Educação (NUPEME)[14] da UFU, coordenado pelo Prof. Dr. Fernando da Costa Barbosa, do IMTec. Essa parceria colaborativa se estendeu à realização de projetos, novos e antigos, inclusive na realização de um *Workshop*, que contou com a participação de vários pesquisadores desse grupo para o ciclo de palestras para uma ação realizada nesse estudo[15].

Analisando a pesquisa de Barbosa (2016), identifiquei seis estudos, no período de 2002 a 2013, sobre a robótica educacional na formação de professores e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e Catálogo de teses e dissertações da CAPES, encontrei outros doze estudos, no período de 2002 a 2020. Dessas dezoito investigações, apenas duas foram realizadas na formação inicial de professores de Matemática. Esse resultado evidencia a demanda de investigar a robótica educacional nesse contexto.

Esse resultado foi importante para propor o tema do projeto de pesquisa para seleção do Doutorado em Educação pelo Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGED) da Universidade Federal de Uberlândia. Iniciei o processo formativo em 2017. No segundo semestre daquele ano, me matriculei na disciplina "Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação no Processo de Ensinar e Aprender Matemática e Ciências", ministrada pelos professores Dr. Arlindo e Dr. Eduardo Takahashi.

Naquele mesmo ano ministrei novamente a disciplina de Robótica. Dessa vez, com mais conhecimentos teóricos adquiridos pelo processo de doutoramento e orientação dos professores da disciplina supracitada, também embasada nas experiências com a disciplina e com o projeto de extensão ROBOMAT, desenvolvido juntamente com os bolsistas PIBID, foi possível estruturar melhor a disciplina e provocar os alunos para que usassem de sua criatividade na elaboração da tarefa final.

---

[14] Disponível em: http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/5160873887039670 ou http://nupeme.blogspot.com.br/. Acesso em: 25 abr. 2018.

[15] O *Workshop* foi detalhado na 5.2.

Os estudantes matriculados eram graduandos dos cursos de Engenharia Civil, Engenharia de Produção, Matemática Industrial, Física e Matemática. Os três primeiros robôs trabalhados foram o *Castor Bot*, o *Explorer* e o *Line Follower*[16]. As atividades ocorreram em grupos compostos por dois a quatro alunos. Para cada robô foram realizadas sequências didáticas que duraram de duas a quatro aulas consecutivas, incluindo a construção, a programação livre e orientada, por meio de atividades e desafios propostos que envolviam programação e tarefas matemáticas. Ao final de cada sequência didática, os alunos faziam um relatório orientado, apresentando as principais dificuldades encontradas em cada processo, as respostas das atividades e desafios propostos, suas aprendizagens, além de sugerir novas tarefas e apresentar suas respectivas soluções, envolvendo o robô trabalhado, a Matemática e a sua área de formação. Essa foi uma forma que encontrei para compreender suas percepções acerca da conexão entre a Matemática, a robótica e a área de formação de cada grupo.

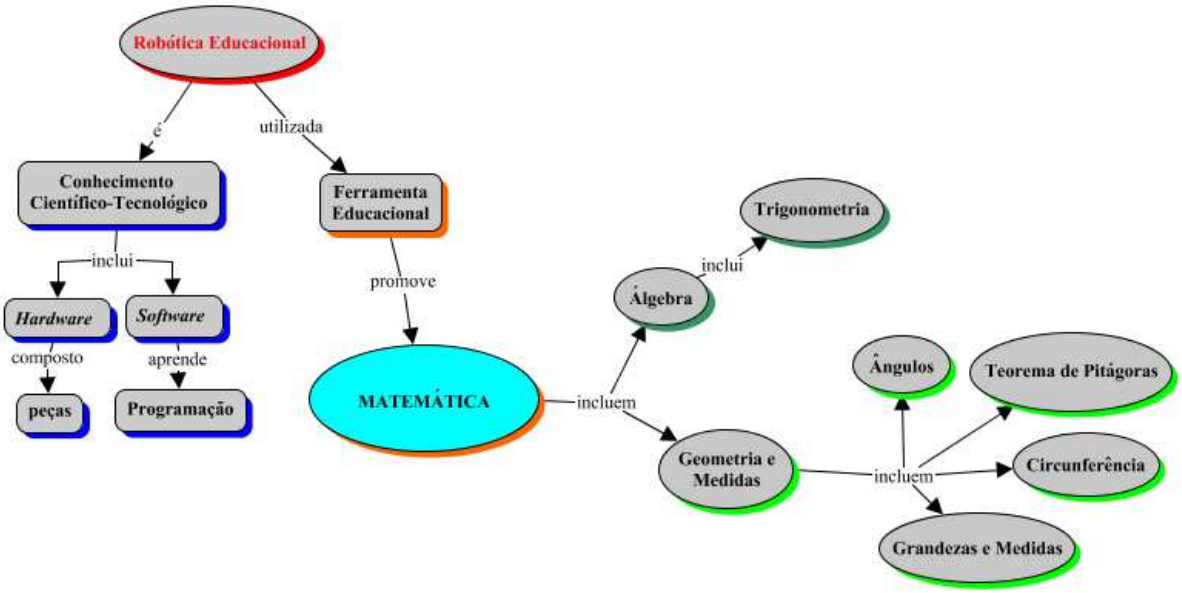
Para cada robô, eu propunha tarefas que envolviam conceitos da Robótica Educacional - *hardware* e *software* - e conceitos da Matemática: na Geometria e Medidas (ângulos, Teorema de Pitágoras, relações métricas no triângulo retângulo, sistema de medidas e comprimento da circunferência), e na Álgebra (Trigonometria, razões e proporções) (Figura 2).

Na última atividade, solicitei aos graduandos que criassem um protótipo diferente dos que foram trabalhados inicialmente, que fizessem a relação entre sua área de formação, a Matemática e a Robótica Educacional. Dessa feita, busquei contemplar o caráter interdisciplinar da disciplina, bem como a criação e autonomia dos alunos, visando não só atender à demanda da disciplina, mas também, promover o atendimento de necessidades específicas das respectivas áreas de cada discente envolvido.

O trabalho final foi dividido em três partes: na primeira, realizou-se a construção, programação do robô e a elaboração de pelo menos dez tarefas/desafios, envolvendo principalmente os temas Matemática, Robótica e a área de formação do aluno. A segunda parte consistiu na apresentação do robô e das tarefas elaboradas para toda a turma, e a terceira se deu com a elaboração de um artigo relatando a experiência adquirida na atividade. Esse trabalho foi realizado no horário de aula da disciplina, mas os alunos poderiam visitar o laboratório em outros horários.

[16] Foram utilizados tutoriais disponíveis na página: http://nxtprograms.com/.

Figura 2 – Proposta de Robótica Educacional



Fonte: Elaborado pela Pesquisadora.

Foram apresentadas pelos alunos várias propostas interessantes, tais como: dois braços-garras distintos, um utilizando os *kits LEGO*® e o outro, o braço-garra hidráulico construído com madeira, seringa e água; um cenário para ensinar Matemática para alunos com necessidades educativas especiais; uma esteira seletora de objetos; uma empilhadeira; um robô elevador de carga e uma Grua Móvel[17]. O próprio modelo robótico da Grua Móvel[18], com *design* criado por duas alunas da disciplina, apresenta muitas possibilidades de investigação matemática, tanto no Ensino Superior, quanto para a abordagem também na Educação Básica, desde os anos finais do Ensino Fundamental até o Ensino Médio.

Observei que os alunos não apresentaram dificuldades na execução das propostas, mesmo sendo a primeira vez que a maioria tinha contato com a robótica. Por um lado, tal fato pode ser atribuído à cultura digital dos mesmos, nesse caso, eles tinham uma familiaridade prévia com as tecnologias. Por outro lado, pode ter relação com o desafio das tarefas, com a ludicidade dos robôs e com a interdisciplinaridade entre as três áreas. O que corresponde ao que a literatura tem apontado, a robótica educacional é "uma atividade desafiadora e lúdica, que utiliza o esforço do educando na criação de soluções, sejam essas compostas por *hardware* e/ou

[17] Grua móvel é um equipamento utilizado para diferentes trabalhos, como construção de edifícios, pontes e demolição, com o objetivo de transportar cargas enquanto se move de um local de trabalho para outro, oferecendo mobilidade e facilidade, principalmente quando se trata de grandes estruturas.
[18] Voltarei a falar sobre a grua móvel no decorrer desta tese.

software, visando a resolução de um problema proposto – podendo o mesmo ser real" (PINTO, 2011, p. 21, grifo nosso).

Entendo o lúdico, na perspectiva apresentada por Grando (2007), como parte do contexto cultural no qual o indivíduo está inserido, sendo que "uma atividade lúdica objetiva a satisfação na realização da própria atividade" (p. 1). Barbosa (2016) compreende as atividades com robótica como atividades com caráter lúdico. Além disso, embasado em Kishimoto, esse mesmo autor compreende os robôs como "brinquedos educativos (jogos educativos), uma vez que ensina, desenvolve e educa de forma prazerosa" (KISHIMOTO, 2017, p. 25). Para Kishimoto (2017), a função lúdica do brinquedo "propicia diversão, prazer e até desprazer, quando escolhido voluntariamente", enquanto a função educativa do brinquedo "ensina qualquer coisa que complete o indivíduo em seu saber, seus conhecimentos e sua apreensão do mundo" (p. 25).

Os alunos construíram protótipos de robôs que responderiam às necessidades específicas de suas áreas de formação. Ademais, a troca de experiências com o grupo foi muito rica e contribuiu para o crescimento tanto dos alunos, haja vista a qualidade dos trabalhos apresentados, relatórios e trabalho final, quanto para mim, pois me permitiu desenvolver conhecimentos sobre o *kit* de robótica, nas perspectivas da tecnologia e do recurso pedagógico, perceber como desenvolver a investigação matemática durante os processos de construção e programação. E ainda, a experiência revelou que a Robótica Educacional tem potencial para contribuir com a aprendizagem de alunos também no Ensino Superior.

Nessa proposta, foi possível perceber que a robótica educacional no ensino superior contribuiu principalmente "para preencher as lacunas muitas vezes deixadas ao relacionar os conteúdos matemáticos às situações reais" (SOUZA *et al,* 2019, p. 1677). Assim, os estudantes compreenderam e aprenderam conceitos relacionados à Matemática nos contextos reais e situações-problema com robótica. Esse ensaio serviu de projeto-piloto, no qual pude integrar a robótica educacional na proposta curricular do Curso de Licenciatura em Matemática e testar a viabilidade de empreender um estudo nessa linha de investigação. Por ser um campo em emergência, muito se tem a descobrir sobre as possibilidades e as contribuições da robótica educacional nos diferentes níveis de ensino.

Na narrativa procurei apresentar minha jornada, pessoal e profissional, e início do movimento de acesso às mídias e tecnologias digitais. Assim, descrevi parte do meu processo de iniciação à cultura digital. Hoje, é natural que, sempre que surge uma dúvida, numa discussão nas instituições de socialização, em família, nas rodas de conversa, nas reuniões de trabalho ou na sala de aula, se vá 'perguntar' ao *Google* o que está correto. E ainda que não seja possível

esmiuçar todas as transformações que as tecnologias trouxeram para a vida das pessoas, em termos positivos e negativos, é fato que isto afetou a forma como as pessoas se relacionam entre si e com o mundo. A esse respeito,

> a mediação tecnológica da comunicação interfere nos processos educativos e reconfigura o papel desempenhado pelas instâncias socializadoras. Família, escola, igreja, grupo de pares são, ainda, as instituições mais importantes no que diz respeito à socialização, porém nenhuma delas pode ser compreendida na atualidade sem levar em conta o papel desempenhado pela mídia. (DUARTE; BARROS; MIGLIORA, 2011, p. 153)

No entanto, conforme Santos, L. (2012) argumenta, é preciso compreender melhor as TDIC, para utilizá-las de forma a contribuir com o processo de ensino e aprendizagem de nossos alunos, uma vez que

> os professores se sentem desautorizados em inserir as TIC nas práticas pedagógicas, porque se consideram menos especializados em tecnologias quando comparados aos alunos. Portanto, os discursos em torno dos jovens usuários de mídias digitais também estão sendo compartilhados pelos professores. (SANTOS, L., 2012, p. 11)

Nesse cenário, confesso que por inúmeras vezes me senti intimidada ao utilizar um recurso tecnológico em sala de aula, por medo de que o aluno viesse a saber mais do que eu ou até mesmo por medo da tecnologia não funcionar no momento da aula. Mas, "um fator preocupante é o fetiche que tem adornado essas tecnologias, contribuindo para desestabilizar o lugar do professor e a legitimidade da prática docente, devido à especialização tecnológica dos jovens" (SANTOS, L., 2012, p. 12), o que significa dizer que o aluno, na maioria das vezes, sabe mais sobre tecnologia do que o professor.

Assim, é necessário aprender a aprender com os alunos, sem medo de errar, pois o docente não é mais o único detentor do conhecimento dentro do ambiente da sala de aula. É possível a construção da aprendizagem num processo colaborativo, em que professores e alunos têm algo a ensinar e a aprender e, assim, redirecionar e redimensionar o ensinar e o aprender, ou seja, como diz Freire (2010) "quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender" (p. 25).

A robótica educacional me encantou à primeira vista pela dimensão e possibilidades que os *kits* oferecem e, desde então, venho buscando desvendar e construir esse caminho da robótica no ensino e na formação de professores de Matemática. Como nos dizeres de Larrosa (2002a, p. 21), "a experiência é o que nos passa, o que nos acontece, o que nos toca. Não o que se passa, não o que acontece, ou o que toca. A cada dia se passam muitas coisas, porém, ao mesmo tempo,

quase nada nos acontece". A concepção de *experiência* do autor é diferente de muitas situações vividas no cotidiano, que são imediatas e passam tão rápido que nada nos acontece. Em sua perspectiva, a *experiência* é algo que nos faz parar, parar para pensar, para refletir, para olhar mais devagar. Segundo Larrosa (2002a), o sujeito da *experiência* tem paixão, tem paciência, receptividade, e disponibilidade, se permite sair do lugar e ser transformado pela *experiência.*

Na vida cotidiana muita coisa nos acontece, mas poucas delas são capazes de nos tocar, de nos atravessar ou nos transformar. A *experiência* não é frequente, é uma raridade. Pelo exposto até aqui, tentei mostrar as *experiências* sobre os processos formativos e as práticas colaborativas que fui desenvolvendo e que possibilitaram transformações pessoais e profissionais, me conduziram à compreensão de que as TDIC não serão a panaceia dos processos formativos ou dos estágios curriculares, mas acredito que elas têm, como probabilidade, permitir construir novas formas de pensar os processos de ensinar e aprender Matemática.

Em busca de direcionamentos em relação à questão, encontrei suporte no estudo de aula para superar os modelos tradicionais de estágio, pois possibilita desenvolver uma intervenção pautada na investigação e na problematização, amparada em seu aspecto colaborativo e reflexivo, centrado na prática docente (PONTE *et al.,* 2016). Assim,

> O estudo de aula é um processo de desenvolvimento profissional de professores de cunho colaborativo e centrado na prática letiva. [...] Nesta atividade formativa, os professores trabalham em conjunto identificando dificuldades dos alunos, documentando-se sobre alternativas curriculares e preparando o que esperam vir a ser uma aula bem sucedida. Observam, depois, essa aula e analisam em que medida atinge os objetivos pretendidos e as dificuldades que se manifestam. Trata-se, portanto, de um processo muito próximo de uma pequena investigação sobre a própria prática profissional, realizado em contexto colaborativo [...]. (QUARESMA *et al.,* 2014, p. 410)

Segundo esses autores, trabalhando colaborativamente, os participantes do estudo de aula planejam uma aula com foco em um problema ou questão de interesse dos participantes. Um professor conduz a aula e os demais a observam, com foco na aprendizagem dos alunos. Depois se reúnem para discutir e refletir sobre o ocorrido e as dificuldades observadas. O estudo de aula tem potencial para o desenvolvimento profissional dos futuros docentes no que se refere ao conhecimento profissional, sobretudo, o conhecimento didático. Numa perspectiva colaborativa, esse processo possibilita que os professores realizem uma reflexão aprofundada sobre as complexidades do processo de ensino-aprendizagem, pois permite que os docentes falem sobre as situações vivenciadas em sala de aula, os sentidos que atribuem e expressem suas perspectivas sobre as aprendizagens dos alunos.

Com o estudo de aula, percebe-se a possibilidade de superar o grande desafio na formação do professor para oportunizar que ele se desenvolva e seja capaz de compreender e enfrentar os desafios presentes na complexidade do cotidiano escolar, de respeitar a diversidade do aluno em sala de aula, de compreender o conhecimento que o mesmo adquire na sua realidade, como também de adotar uma nova postura educacional, criando, assim, um novo paradigma de educação, que possa romper com o já desgastado ensino-aprendizagem de Matemática, baseado na relação obsoleta de causa-efeito (D`AMBROSIO, 1996, 1997 e 1998a).

Sendo assim, esta pesquisa está situada no campo da formação inicial de professores de Matemática, na disciplina de Estágio Supervisionado I, com a mediação da robótica educacional. Essa investigação é fruto das *experiências* e questionamentos levantados ao longo dos anos, que me provocaram a proposição e implementação do estudo de aula na disciplina de Estágio Supervisionado I, do Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão.

Orientada pela hipótese de que a robótica educacional e o estudo de aula tinham muito a contribuir no processo de formação inicial de professores, a pesquisa se desenvolveu por meio de um processo formativo, pelo estudo de aula com a implementação da robótica educacional para os estagiários e do planejamento e desenvolvimento de um curso de robótica educacional para alunos da Educação Básica. A pesquisa teve como objetivo **compreender como o estudo de aula com robótica educacional contribuem na formação inicial de professores de Matemática no contexto do Estágio Supervisionado**. Desse modo, busquei responder à seguinte questão: **Como o estudo de aula com robótica educacional possibilitam a construção de conhecimento profissional nos futuros professores de Matemática durante o Estágio Supervisionado I?**

Com base na questão principal, outros questionamentos se ramificaram, a saber: *Como se organiza o Estágio Supervisionado I no contexto do estudo de aula com robótica educacional? Como ocorre a aprendizagem da Robótica Educacional no contexto do Estágio Supervisionado I? Como se estabelecem as relações de interação dos participantes da pesquisa com as TDIC utilizadas no Estágio Supervisionado I? Como a Matemática emerge das situações-problema a partir do contexto dos protótipos robóticos? Como ocorre o processo de Modelagem Matemática no contexto do Estudo de Aula com Robótica Educacional? Como se relaciona o processo de Modelagem Matemática com o processo de Robótica Educacional no contexto da Educação Matemática? Como foram elaborados os projetos de estágio utilizando aulas de cunho exploratório com robótica para o processo de ensinar e aprender a*

Matemática? Como os futuros professores de Matemática apreendem a complexidade da prática docente, a partir dos estudos de aula de Matemática com robótica educacional? De que forma, participar do estudo de aula com robótica educacional poderá contribuir na prática pedagógica dos futuros professores?

Este estudo teve como objetivos específicos: compreender a cultura digital promovida no Estágio Supervisionado I; desenvolver uma prática pedagógica por meio do estudo de aula com robótica educacional com os estagiários; desenvolver uma prática pedagógica com abordagem exploratória centrada no aluno; compreender as perspectivas dos estagiários sobre suas aprendizagens sobre a Matemática com a robótica educacional; compreender as perspectivas dos estagiários sobre os conhecimentos construídos a partir do estudo de aula com robótica educacional.

Na busca do aprofundamento a respeito dos fundamentos teóricos e empíricos sobre os estudos de aula, o professor Dr. Arlindo José de Souza Júnior me indicou o grupo de pesquisadores portugueses, coordenado pelo professor catedrático Dr. João Pedro Mendes da Ponte. A indicação se deu pelo fato do professor e sua equipe investigar os estudos de aula adaptados ao contexto português e, também, por possibilitar o aprofundamento do estudo de aula realizado no ambiente com TDIC, devido à vasta experiência do professor com as tecnologias como ferramenta para o ensino de Matemática.

O professor Dr. Arlindo José de Souza Junior explicou também que, no início da década de 1990, o Dr. João Pedro Mendes da Ponte esteve realizando atividades científicas no Brasil e que foi marcante o curso oferecido por este pesquisador sobre a utilização do computador como ferramenta de ensino e aprendizagem da Matemática.

Percebi que o intercâmbio fora do país seria uma excelente oportunidade para realizar o aprofundamento que eu buscava, além de ser uma *experiência* de grande valia, que possibilitaria imergir em um contexto cultural diferente e agregar conhecimentos de cunho pessoal e profissional. Entrei em contato com o professor Dr. João Pedro Mendes da Ponte, que prontamente aceitou me orientar no doutoramento, em cotutela entre a UFU e a Universidade de Lisboa (ULisboa), em Portugal, por meio do Instituto de Educação (IE).

Assim, o meu primeiro contato com os estudos de aula foi a partir das pesquisas realizadas em Portugal, conduzidas por Ponte e sua equipe (PONTE *et al.*, 2015; PONTE *et al*., 2016; QUARESMA, 2018; QUARESMA; PONTE, 2017), para construir minha compreensão sobre a temática. O estudo de aula é dividido em etapas, que variam conforme a compreensão dos investigadores. Os estudos de aula desenvolvidos por esse grupo envolvem quatro etapas,

algumas vezes cinco: a) identificação do problema; b) planejamento da aula de investigação; c) condução da aula de investigação; d) sessão de reflexão; e e) sessões de seguimento. Assim,

> um estudo de aula começa com a identificação pelos professores de um problema relevante na aprendizagem dos alunos. Depois, os participantes planeiam uma aula, considerando as orientações curriculares, os resultados de investigação sobre a aprendizagem do tópico e a sua experiência anterior. Preveem dificuldades dos alunos, antecipam possíveis questões que possam surgir na aula, constroem tarefas, formulam estratégias de ensino e preparam instrumentos para a observação. A aula é lecionada por um professor enquanto os restantes observam e tiram notas, dando especial atenção à aprendizagem dos alunos. Em seguida, os professores reúnem-se para analisar e refletir sobre o que observaram. A análise pode levar à reformulação do plano de aula, com alterações nas tarefas propostas, nas estratégias e materiais utilizados, nas perguntas feitas aos alunos, etc… Muitas vezes, a aula reformulada é lecionada novamente a outra turma por outro professor, em ciclos que podem ser repetidos várias vezes. (PONTE *et al*., 2016, p. 869-870)

As sessões de seguimento do estudo de aula correspondem ao planejamento de novas aulas envolvendo novos conteúdos, que possibilitam que os participantes coloquem em prática as aprendizagens e conhecimentos desenvolvidos nas aulas anteriores (QUARESMA, 2018). Nem sempre são realizadas as sessões de seguimento.

Esses investigadores enfatizam que os estudos de aula exigem que os participantes se envolvam ativamente no processo formativo, desde o planejamento, a elaboração das tarefas até a reflexão sobre a ação. O grupo português tem priorizado o caráter colaborativo e reflexivo do processo dos estudos de aula e enfatiza a implementação de tarefas exploratórias relacionadas aos conteúdos matemáticos do currículo escolar. Para esses pesquisadores, os professores têm um importante papel nos estudos de aula, centrados na atividade do aluno e não na prática e atuação do professor: "um aspeto fundamental dos estudos de aula é que eles centram-se nas aprendizagens dos alunos e não no trabalho dos professores" (PONTE *et al.,* 2016, p. 870), isso é o que difere o estudo de aula "de outros processos formativos que envolvem observação de aulas, mas que se centram, principalmente, na atuação dos professores" (p. 870). Destarte, as discussões priorizam as reflexões sobre as aprendizagens dos alunos, suas dificuldades e estratégias utilizadas na resolução das tarefas.

No contexto da formação inicial de professores ainda são escassas as investigações que utilizam o estudo de aula, uma vez que envolve alguns problemas a serem observados, como a natureza das políticas de formação de professores e a falta de tempo e recursos (PONTE, 2017).

O estudo de aula está em fase inicial no Brasil, vem sendo devolvido por alguns pesquisadores. Em uma busca pelo Catálogo de Teses e Dissertações da Capes, usando os termos *"lesson study"*, encontrei apenas sete estudos brasileiros retratando a temática no país.

Dentre estes, identifiquei apenas uma pesquisa (COELHO, 2014) realizada no contexto da formação inicial de professores de Matemática. Os demais retratam os estudos de aula no contexto da formação continuada.

Coelho (2014) procurou identificar as contribuições do estudo de aula para a formação inicial de professores de Matemática, no contexto da disciplina Didática Especial da Matemática II. O processo formativo possibilitou aos participantes "uma experiência diferenciada, raramente presente nas aulas de licenciatura" (COELHO, 2014, p. 98), promoveu o desenvolvimento de saberes docentes e permitiu a participação ativa dos envolvidos.

Preciso falar da *experiência* promovida pelo processo de dupla titulação por meio do acordo de cooperação internacional entre UFU e ULisboa. Esse acordo resultou no convênio de elaboração desta tese de doutoramento, em regime de cotutela internacional. Esse convênio possibilitou desenvolver uma pesquisa colaborativa, pautada no respeito mútuo de ambas as partes, a partir da própria indicação e da acolhida da orientação. O intercâmbio surgiu da necessidade de aprofundamento e domínio dos fundamentos sobre os estudos de aula realizados em um contexto mediado pela tecnologia, algo inédito no cenário brasileiro da formação inicial de professores de Matemática. Essa *experiência* resultou na orientação de dois pesquisadores, ainda que distantes geograficamente, se alinhavam em pensamentos, ideias e formas de trabalho.

Fui muito bem acolhida tanto pelo prof. João Pedro, demais professores(as) e funcionárias da secretaria do Instituto de Educação, quanto pelos novos colegas do programa. A *experiência* em Portugal me permitiu amadurecimento profissional e aprofundamento nos novos referenciais metodológicos e teóricos, um posicionamento crítico e reflexivo, embasado nos conhecimentos da convivência, dos diálogos e reflexões com outros pesquisadores da ULisboa. Foram várias as contribuições proporcionadas por essa *experiência*, engendrada na persistência, resiliência, paciência, determinação, (*des)*equilíbrio emocional e, sobretudo, pela coragem. Coragem para enfrentar um processo de mudança e transformação pessoal e profissional. Toda mudança exige sacrifícios, enfrentamento dos medos, desafios, (re)construção de si mesmo.

O professor Dr. João Frederico da Costa Azevedo Meyer, membro do júri de defesa desta tese, me fez lembrar do "Mar Português" do autor lusitano Fernando Pessoa:

> *Ó mar salgado, quanto do teu sal*
> *São lágrimas de Portugal!*
> *Por te cruzarmos, quantas mães choraram,*
> *Quantos filhos em vão rezaram!*

Quantas noivas ficaram por casar
Para que fosses nosso, ó mar!

Valeu a pena? Tudo vale a pena
Se a alma não é pequena.
Quem quer passar além do Bojador
Tem que passar além da dor.
Deus ao mar o perigo e o abismo deu,
Mas nele é que espelhou o céu.
(PESSOA, 1986, p. 60)

O poema retrata o contexto histórico das grandes navegações portuguesas em busca de novos percursos comerciais, entre os séculos XV e XVI. Ele salienta as dificuldades encontradas pelos navegadores e familiares além-mar. Dificuldades físicas, psicológicas e os naufrágios que os portugueses enfrentaram mediante os desafios da busca por novas rotas em suas travessias e expansões territoriais. Guardadas as devidas proporções, não busco de forma alguma comparar o sofrimento e a gravidade da situação dos navegadores e familiares, mas analiso a forma como o poeta, por meio de suas palavras, retrata a questão, ao refletir sobre o que passei ao fazer o caminho inverso, do Brasil a Portugal. Desafios ao desbravar um outro país e as diferenças culturais.

Eu problematizo a questão do poeta "*Valeu a pena?*". Toda essa *experiência* possibilitou novas oportunidades e novas aprendizagens. A *experiência* a partir do contato com novos costumes, valores culturais e as novas amizades, promoveu um amadurecimento pessoal. Então, "*Tudo vale a pena/ Se a alma não é pequena"*. Por intermédio desse processo, foi possível entrar em contato com pesquisadores renomados desse Instituto. Permaneci em Portugal por um período de nove meses, de novembro de 2019 a junho de 2020, onde tive o prazer de cursar disciplinas do Programa de Doutoramento em Educação e pude conhecer parte dessa equipe de professores que investigam os estudos de aula. Dentre as atividades realizadas, participei da disciplina Seminário Temático – Didática da Matemática, conduzido pelo Dr. João Pedro Mendes da Ponte e outros professores do IE. Na disciplina, apresentei um seminário sobre esse estudo em questão, cujas intervenções, realizadas pela equipe de professores e colegas de classe, foram importantes no direcionamento das análises dos dados da pesquisa.

Participei de palestras, debates e rodas de conversa realizadas no IE, na qualidade de ouvinte. A participação no Encontro de Investigação em Educação Matemática 2019 - Conexões Matemáticas, em Loulé – Portugal, possibilitou a comunicação oral e publicação nas atas do evento do trabalho *Interseção da robótica educacional e a matemática na formação inicial de professores: reflexões acerca das conexões matemáticas* (SOUZA; SOUZA JUNIOR; BARBOSA, 2019).

Compreendo que essa vivência oportunizada pela cotutela em Portugal, numa instituição de excelência, propiciou o contato com docentes que são referência no campo da formação de professores, possibilitou apreender suas perspectivas, conhecer alguns projetos de pesquisa acerca dos estudos de aula, do desenvolvimento profissional de professores, do *design* de tarefas, do raciocínio matemático e os modelos de conhecimento didático. Esse aprofundamento contribuiu sobremaneira, em nível profissional, para complementar meu processo de formação e aprofundar o conhecimento sobre o objeto de estudo, levando em conta que esse debate encontra-se bastante avançado no âmbito português.

Singularmente, a investigação que desenvolvi poderá contribuir para que novas pesquisas avancem, pois discuti e implementei o estudo de aula com robótica educacional, realizei, juntamente com o grupo, algumas adaptações ao contexto brasileiro, com foco na formação inicial de professores de Matemática.

Esta tese foi constituída em oito seções. Na introdução há um resgate da minha cultura digital e dos caminhos que percorri no decorrer da minha trajetória de vida pessoal e profissional, que me conduziram ao presente, dando-me motivos para escolher ser formadora de professores e desenvolver esta pesquisa.

Na segunda seção apresentei o enquadramento teórico acerca do desenvolvimento profissional docente, o conhecimento profissional do professor, alguns modelos de conhecimento didático e os fundamentos teóricos e empíricos sobre os estudos de aula.

Na terceira seção refleti sobre a robótica educacional e suas contribuições para a aprendizagem, por fim, apresentei uma revisão sistemática, do tipo estado da arte, dos estudos sobre o trabalho com robótica educacional na formação de professores no contexto brasileiro, com a indicação das estratégias formativas, os materiais utilizados, os projetos e principais resultados alcançados.

Os procedimentos metodológicos adotados, os instrumentos para produção do material para análise foram apresentados na quarta seção. Apresentei uma análise sobre os princípios orientadores e norteadores do Curso de Licenciatura em Matemática da universidade coparticipante, bem como a cultura digital proposta na matriz curricular. Analisei o perfil, a cultura digital dos colaboradores e suas trajetórias durante o Curso. Apresentei como foram analisados os dados e os eixos de análise.

Na quinta seção analisei a cultura digital no Estágio Supervisionado I, sua organização, implementação e interação das TDIC, especialmente, a robótica educacional por meio do ROBOMAT. Analisei as aprendizagens dos estagiários nesse primeiro percurso e o papel da colaboração.

Reservei a sexta seção para discorrer sobre a *robótica educacional & modelagem matemática*, analisei as investigações matemáticas no contexto da robótica educacional e o processo de construir modelos matemáticos a partir do *Castor Bot*, da *Grua Móvel* e do *Relógio Analógico*. Apresentei uma primeira proposta de conjectura sobre a interação entre modelagem matemática & robótica educacional.

Na sétima seção, analisei o estudo de aula, a organização e adaptações necessárias ao contexto do estágio e discuti as sessões dos doze ciclos. Analisei a implementação do estudo de aula e as potencialidades observadas durante o processo, bem como a importância da colaboração e da reflexão nesse contexto.

Usei a oitava seção para discutir as aprendizagens com o Estágio Supervisionado I e a evolução das perspectivas dos participantes a respeito do trabalho com TDIC, com robótica educacional, da prática educativa e estudo de aula. Discuti as dificuldades, medos e anseios iniciais dos estagiários, assim como o processo de construção de conhecimento, de autoria e autonomia durante o processo formativo.

Reitero meu objetivo, me tornar uma educadora melhor. No entanto, quero me respaldar em Freire (1998, p. 51), que reforça que "Ninguém começa a ser educador numa certa terça-feira às quatro horas da tarde. Ninguém nasce educador ou marcado para ser educador. A gente se faz educador, na prática e na reflexão sobre a prática". O trabalho não terminou aqui, tenho muitas histórias para perscrutar e escrever ao longo dessa jornada da docência.

Na narrativa apresentada procurei demonstrar como a educação transformou minha perspectiva em relação à vida pessoal e profissional e me possibilitou *experiências* que jamais pensei. Com isso, constato que quando uma universidade pública se instala numa cidade, as vidas das pessoas daquela cidade e região são transformadas, pois novas portas se abrem e novas histórias são construídas, contadas e recontadas. Neste contexto, faço parte do grupo de pessoas transformadas pela possibilidade de construir sua história por meio da educação. Durante a leitura desta tese, espero que o leitor também perceba as transformações que esta pesquisa, a partir da universidade pública, promoveu nos participantes e futuros professores.

Como a história contada nesta introdução é sobre minha vida pessoal e profissional, a escrevi na primeira pessoa do singular pois não vejo sentido em escrevê-la de forma diferente. Porém, como forma de valorizar a história desse coletivo, que carrega muitas vozes que não apenas a minha, no restante do texto passarei a utilizar a primeira pessoa do plural.

2 DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL DO PROFESSOR E ESTUDO DE AULA

2.1 O CONCEITO DE DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL

O professor é um elemento determinante no processo de ensino e aprendizagem (MARCELO, 2009; PONTE, 2012), seus conhecimentos influenciam as suas ações em sala de aula e contribuem de modo mais ou menos efetivo para a aprendizagem dos seus alunos. Ao longo dos últimos anos a discussão e a investigação sobre melhorias no processo educativo tem-se intensificado e, nos anos 80, passaram a fazer parte dessas discussões, "o conhecimento, a aprendizagem, a formação e o desenvolvimento profissional dos professores" (QUARESMA, 2018, p. 9).

Segundo Marcelo (2009, p. 8, grifos do autor), "a profissão docente é uma 'profissão do conhecimento'". Faz parte da função do professor

> transformar esse conhecimento em aprendizagens relevantes para os alunos. Para que este compromisso se renove, sempre foi necessário, e hoje em dia é imprescindível, que os professores – da mesma maneira que é assumido por muitas outras profissões – se convençam da necessidade de ampliar, aprofundar, melhorar a sua competência profissional e pessoal. (MARCELO, 2009, p. 8)

O desenvolvimento profissional remete "ao processo ou movimento de transformação dos sujeitos dentro de um campo profissional específico" (FIORENTINI; CRECCI, 2013, p. 13). Dessa forma, esse processo está associado à "constituição do sujeito", dentro de sua área, "Um processo, portanto, de vir a ser, de transformar-se ao longo do tempo ou a partir de uma ação formativa" (p. 13).

Na literatura, o conceito de desenvolvimento profissional docente está sujeito a múltiplas interpretações. Day (1999, p. 20-21) concebe que o processo de desenvolvimento profissional docente "envolve todas as experiências espontâneas de aprendizagem e as atividades conscientemente planificadas, realizadas para benefício, directo ou indirecto, do indivíduo, do grupo ou da escola e que contribuem, através destes, para a qualidade da educação na sala de aula". Segundo o mesmo autor,

> os professores, enquanto agentes de mudança, reveem, renovam e ampliam, individual ou colectivamente, o seu compromisso como os propósitos morais do ensino, adquirem e desenvolvem, de forma crítica, juntamente com as crianças, jovens e colegas, o conhecimento, as destrezas e a inteligência emocional, essenciais para uma reflexão, planificação e prática profissionais

> eficazes, em cada umas das fases das suas vidas profissionais. (DAY, 1999, p. 20-21)

Numa direção semelhante, Fiorentini e Crecci (2013, p. 13) afirmam que "os professores aprendem e se desenvolvem profissionalmente mediante participação em diferentes práticas, processos e contextos, intencionais ou não, que promovem a formação ou a melhoria da prática docente". Martins e Santos (2012, p. 96) assumem "que o desenvolvimento profissional é um processo para melhorar os conhecimentos, as competências e as atitudes do professor, tendo por finalidade última a qualidade da educação na sala de aula e a melhoria das aprendizagens dos alunos". Marcelo (2009) compreende que o desenvolvimento profissional docente é

> um processo, que pode ser individual ou colectivo, mas que se deve contextualizar no local de trabalho do docente – a escola – e que contribui para o desenvolvimento das suas competências profissionais através de experiências de diferente índole, tanto formais como informais. (MARCELO, 2009, p. 10)

Almeida (2000, p. 2), por sua vez, compreende que o "desenvolvimento profissional pressupõe a ideia de crescimento, de evolução, de ampliação das possibilidades de atuação dos professores". Para que isso ocorra, deve-se conciliar duas dimensões desse processo,

> a qualificação do professor e as condições concretas em que ele atua. Isso é confirmado pelas linhas de pesquisa mais recentes, que ao buscar compreender a atividade docente e propor alternativas à preparação dos seus profissionais, apontam para a inseparabilidade entre formação e o conjunto das questões que historicamente têm permeado o seu fazer educativo: salário, jornada, carreira, condições de trabalho, currículo, gestão, etc. (ALMEIDA, 2000, p. 2)

Nesse sentido, Quaresma (2018) complementa que o desenvolvimento profissional do professor "é um processo altamente complexo que depende da sua vida pessoal e profissional, bem como das políticas e do contexto educativo onde o professor desempenha as suas funções profissionais" […] (QUARESMA, 2018, p. 10).

Ponte (1994, 1998) ressalta que o desenvolvimento profissional docente envolve múltiplas etapas "em que se reconhece a necessidade de crescimento e de aquisições diversas, processo em que se atribui ao próprio professor o papel de sujeito fundamental" (PONTE, 1994, p. 11). Ao compreender o desenvolvimento profissional do professor como uma responsabilidade individual, algumas atitudes determinarão e contribuirão para o sucesso desse processo, como o investimento na profissão, o grau de envolvimento no processo, os objetivos,

a reflexão sobre a sua prática e o enfrentamento dos desafios da profissão (PONTE, 1998, 2005a).

O desenvolvimento profissional docente envolve diferentes aspectos da ação do professor, como a prática letiva e as atividades profissionais, tanto dentro quanto fora da escola, o que inclui o trabalho com seus pares, a participação em projetos da escola, principalmente aqueles que levem em conta o desenvolvimento do professor enquanto pessoa. Assim, "há igualmente que ter presente o carácter fundamental do autoconhecimento do professor e do desenvolvimento dos seus recursos e capacidades próprias - ou seja, a dimensão do desenvolvimento do professor como pessoa" (PONTE, 1994, p. 11). Desse modo, o processo de desenvolvimento profissional contribui para que o professor conduza um ensino voltado às necessidades de aprendizagem dos alunos, para a melhoria da escola e para sua realização pessoal e profissional (PONTE, 1998).

A ideia do desenvolvimento profissional docente começou a ganhar espaço nas discussões, pois se concentra nos professores, nas suas necessidades e potencialidades. Isso contrapõe-se à ideia tradicional da formação, na qual o professor tem uma participação mais passiva, o processo se concentra nas carências do docente, segundo a perspectiva do formador e do processo de formação. Em contraponto, o desenvolvimento profissional parte da iniciativa do professor, com sua participação em cursos, em projetos de seu interesse, a troca de experiências, a busca para suprir as demandas e solucionar os problemas da prática docente (PONTE, 1994, 1998, 2005a). Assim, no desenvolvimento profissional, procuramos identificar os conhecimentos do professor e como eles se desenvolvem. Na forma tradicional, a formação difere do desenvolvimento profissional docente. No Quadro 1 apresentamos os contrastes entre essas duas concepções, segundo Ponte (1994, 1998, 2005a).

A formação de professores, que envolve a formação inicial, contínua e especializada (PONTE, 1998), tem sido baseada em cursos para atender as carências do professor em relação aos conteúdos, às metodologias de ensino ou à teoria (PONTE, 1994, 1998, 2005a). A formação tem sido pensada sob a perspectiva da transmissão de conhecimentos do formador para o professor. É a lógica de transmitir aquilo que o professor não conhece, mas que necessita para desenvolver sua profissão (PONTE, 2005a). Sabemos que a formação do professor é uma importante dimensão para o desenvolvimento profissional, no entanto, diferentes críticas têm sido levantadas em relação a essa perspectiva de formação e às respostas das instituições de preparação de professores para as demandas da profissão. Algumas das críticas apontadas à formação inicial são sobre as instituições, que são muito burocráticas, reforçam a dicotomia entre teoria e prática, e ensinam um conhecimento fragmentado e desvinculado da escola (MARCELO, 2009).

Quadro 1 – Contrastes entre a formação e desenvolvimento profissional, segundo Ponte (1994, 1998, 2005a)

Formação	Desenvolvimento Profissional
Professor 'frequenta' cursos	Professor participa de diferentes atividades: cursos, projetos, trocas de experiências, leituras, reflexões, etc.
Movimento de fora para dentro	Movimento de dentro para fora
Participação passiva (o professor recebe as informações transmitidas)	Participação ativa (o professor escolhe os projetos nos quais quer participar)
O foco está nas carências do professor	O foco está nas potencialidades
Compartimentada por assuntos ou disciplinas	Envolve aspectos cognitivos, afetivos e relacionais do professor
Parte da teoria e geralmente permanece nela	Considera a teoria e a prática de forma interligada
Professor é o objeto	Professor é o sujeito
Promove a padronização	Promove a individualidade
Valoriza os conhecimentos e aspectos cognitivos	Valoriza os conhecimentos e os aspectos cognitivos, afetivos e relacionais

Fonte: Elaborado pela Pesquisadora, com base em Ponte (1994, 1998, 2005a).

No entanto, a formação inicial e o desenvolvimento profissional não são incompatíveis, pois a formação inicial pode ser pensada no sentido de contribuir e oferecer oportunidades para o bom desempenho profissional do futuro docente.

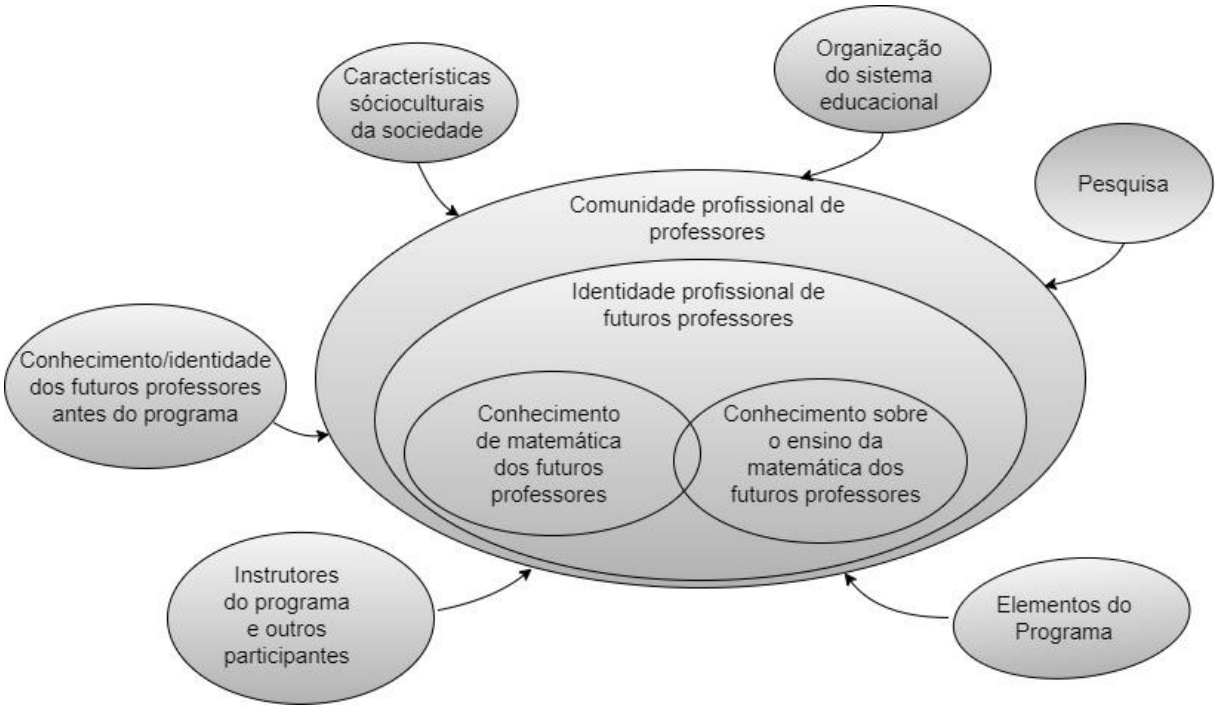
> A formação pode ser encarada de modo mais amplo do que é habitual, não necessariamente subordinada a uma lógica de transmissão de um conjunto de conhecimentos. Na realidade, não há qualquer incompatibilidade entre as ideias de formação e de desenvolvimento profissional. A formação pode ser perspectivada de modo a favorecer o desenvolvimento profissional do professor [...]. O professor que se quer desenvolver plenamente tem toda a vantagem em tirar partido das oportunidades de formação que correspondam às suas necessidades e objetivos. (PONTE[19], 1998, p. 2, grifos do autor)

A formação inicial de professores "é um processo complexo com muitos elementos que interagem" (PONTE; CHAPMAN, 2016, p. 275, tradução minha). Ponte e Chapman (2016) apresentam um panorama da formação de professores de Matemática (Figura 3), envolvendo os elementos-chave desse processo. No centro, estão o desenvolvimento do conhecimento matemático e do conhecimento sobre o ensino de Matemática dos futuros professores. Para esses autores, esses elementos são essenciais para a formação inicial, estão interconectados, diferente do que frequentemente é considerado, e estão localizados no desenvolvimento da identidade dos futuros professores. A identidade do futuro docente "inclui fatores como valores,

[19] Página na versão consultada.

crenças, hábitos, normas, disposições e, em geral, maneiras de ser professor" (p. 275, tradução minha), que por sua vez, "se desenvolve em referência à identidade de grupo da comunidade profissional de professores, que inclui os três elementos anteriores, estabelecendo assim sua importância" (p. 275, tradução minha). A Figura 3 é cercada por vários outros elementos que afetam os programas de formação inicial de professores e que interagem com os elementos internos do panorama.

Figura 3 – Panorama da Formação de Futuros Professores de Matemática



Fonte: Ponte; Chapman (2016, p. 275).

As características dos instrutores do programa e outros participantes que afetam o processo de formação inicial são "suas crenças, atitudes, conhecimentos, concepções e características pessoais. (Outros participantes incluem professores cooperantes e alunos envolvidos nas experiências de campo dos futuros professores) " (PONTE; CHAPMAN, 2016, p. 275, tradução minha). Os conhecimentos/identidade dos futuros docentes antes de entrar no programa correspondem às suas características pessoais, como "suas crenças, atitudes, conhecimentos, concepções e habilidades" (PONTE; CHAPMAN, 2016, p. 275, tradução minha). As características socioculturais da sociedade incluem "papéis e valores promovidos pelos ministérios da educação, administradores escolares, pais, mídia e público em geral" (PONTE; CHAPMAN, 2016, p. 276, tradução minha). Outro elemento que interage com o processo de formação inicial de professores é a organização do sistema educacional, que inclui

as formas de ingresso aos programas de formação de professores e a entrada na "profissão, certificação, contratos, recursos de carreira e organização curricular" (PONTE; CHAPMAN, 2016, p. 276, tradução minha). A pesquisa é outro elemento que interage com o processo formativo, "suas ênfases, valores, prioridades, formas de divulgação de resultados e relações com o campo de prática" (PONTE; CHAPMAN, 2016, p. 276, tradução minha) acabam interferindo na formação. E por fim, os elementos do programa correspondem às

> abordagens, propósitos e objetivos de ensino; currículo e materiais: instrumentos e procedimentos de avaliação; e a organização geral e as características pedagógicas do programa (por exemplo, formas de trabalhar/aprender enfatizadas, relações pessoais entre os futuros professores e outros participantes, acesso a recursos e uso de Tecnologia da Informação e Comunicação). (PONTE; CHAPMAN, 2016, p. 275-276, tradução minha)

Portanto, o desafio está em articular e saber interagir com esses elementos, de modo a contribuir para o desenvolvimento profissional do futuro professor. O docente é um ser humano inacabado e, como tal, o seu desenvolvimento profissional é um processo contínuo, em que a formação inicial é apenas a primeira etapa, que se estende ao longo da carreira docente (MARCELO, 2009; PONTE, 1994), "e que, em última análise, está sempre incompleto" (PONTE[20], 1998, p. 2). O professor precisa ser protagonista de seu crescimento profissional desde a formação inicial, sendo ativo durante esse processo formativo. Ele precisa aproveitar todas as oportunidades oferecidas para desenvolver seus conhecimentos, sua criatividade, sua autoconfiança, autonomia e a responsabilidade profissional.

> Os trabalhos realizados em Portugal evidenciam assim que o processo de formação do professor (seja a formação inicial, contínua ou especializada) é sobretudo um processo de desenvolvimento profissional. Este processo envolve o progressivo desenvolvimento das suas potencialidades, a construção de novos saberes, sendo fortemente marcado pelas dinâmicas sociais e colectivas e depende de modo fundamental do modo como for possível articular interesses, necessidades, recursos do próprio professor e do seu contexto profissional. (PONTE, 2005a, p. 8)

Em síntese, o desenvolvimento profissional começa na formação inicial e se estende ao longo da carreira docente, deve ter o professor como sujeito e condutor de seu próprio crescimento profissional, é permanente e envolve o professor tanto individualmente quanto coletivamente. A partir de contextos colaborativos, o docente interage com seus pares e busca apoio para suas decisões, participa de experiências importantes para seu crescimento. É um

[20] Página na versão consultada.

processo contínuo, de evolução e crescimento profissional do docente. Portanto, a formação inicial deve contemplar conhecimentos profissionais que assegurem, ao futuro docente, competência profissional, e ofereça oportunidades para que ele se sinta motivado e envolvido a participar ativamente em todo o processo.

Existem diversos tipos de processos de desenvolvimento profissional, seguindo diferentes estratégias. Para Ponte (1994, 2005a), as práticas eficazes são aquelas que atendem aos objetivos pessoais de formação do próprio professor, como a participação em projetos e atividades que remetem ao autoquestionamento, têm a presença da prática e a reflexão sobre ela, aliadas à teoria e favorecidas pelo trabalho colaborativo. Como exemplos de processos que favorecem o desenvolvimento profissional docente, o autor cita o trabalho de projetos, as práticas reflexivas, as práticas colaborativas e as que envolvem a investigação sobre a própria prática (PONTE, 2005a). Os processos formativos que aliam todos ou alguns desses elementos podem produzir propostas favoráveis para o desenvolvimento profissional de seus participantes e podem ser realizados nos programas de formação inicial de professores.

Em Ponte e Chapman (2016) encontramos uma revisão de estudos publicados de 2006 a 2013 sobre a formação de futuros professores de Matemática, com enfoque nos três elementos do panorama anterior: conhecimento da Matemática, conhecimento sobre o ensino da Matemática e a identidade profissional dos futuros professores. Os estudos apontam que diferentes abordagens favorecem uma formação significativa e eficaz, como as práticas que envolvem tarefas que oportunizam ao futuro professor: construir sentido e significados para os conceitos matemáticos e a aprendizagem matemática; participar de atividades que focam no pensamento do aluno; ações que possibilitem refletir sobre a própria prática e desenvolver tarefas, utilizando as tecnologias.

Potari e Ponte (2016) analisaram 59 estudos publicados em grandes jornais da área sobre a formação inicial de professores de Matemática do Ensino Médio. Os autores concluíram que as práticas que promovem o envolvimento ativo dos futuros docentes podem influenciar positivamente na sua aprendizagem de Matemática e sobre o ensino de Matemática. As seguintes práticas são elencadas nesses estudos como ações que impactam na aprendizagem dos futuros professores: i) “fazer matemática, discutir estratégias e resultados” (p. 14, tradução minha); ii) “preparação de tarefas, análise do trabalho dos alunos, fornecimento de *feedback* aos alunos e discussão com colegas e formadores de professores” (p. 14, tradução minha); e iii) atividades de campo envolvendo as TIC como meio de comunicação e interação com alunos.

Em revisão sistemática de estudos publicados em periódicos de educação matemática e tecnologia, no período de 2000 a 2015, sobre o uso de TDIC durante a formação inicial de

professores de Matemática do Ensino Médio, Huang e Zbiek (2016) identificaram que as práticas envolvendo as tecnologias possibilitam: i) melhorar a compreensão do conteúdo matemático; ii) desenvolver uma atitude positiva com relação ao uso das tecnologias no processo de ensino e aprendizagem; iii) desenvolver o conhecimento pedagógico relacionado, por exemplo, ao questionamento sobre o raciocínio matemático e planejamento de aulas; perceber, provocar e analisar o pensamento matemático dos alunos; analisar abordagens alternativas de ensino; e iv) conscientizar sobre a importância de um ensino de Matemática focado no pensamento matemático dos alunos. Os autores concluem que é importante preparar futuros professores de Matemática para o uso da tecnologia em sala de aula. Além disso, observam que essa é uma área emergente de investigação "que necessita de estudos sistemáticos e um esforço global para desenvolver um corpo coeso de literatura" (p. 23).

Numa revisão sistemática em importantes jornais internacionais sobre a educação matemática, Strutchens (2016) observou que é essencial que os futuros professores "tenham cursos integrados às experiências de campo para promover a reflexão sobre o que significa ensinar matemática" (p. 43).

Para Strutchens *et al.* (2016, p. 45), "as experiências de campo são contextos nos quais o conhecimento e as identidades dos [...] [futuros professores de matemática do Ensino Médio] são impactados e moldados". Em síntese, os autores observaram que existe uma variedade de práticas eficazes sendo desenvolvidas para promover o crescimento profissional de professores de Matemática. Esses práticas possibilitaram desenvolver alguns conhecimentos importantes: i) elaborar tarefas de sala de aula; ii) observar e analisar o pensamento matemático dos alunos; e iii) "vincular modelos teóricos aos fenômenos de ensino e aprendizagem" (p. 45-46, tradução minha).

Os artigos analisados por Potari e Ponte (2016), Huang e Zbiek (2016) e Strutchens (2016) revelam experiências exitosas de ações que promoveram o desenvolvimento profissional de futuros professores de Matemática do Ensino Médio, embora muitos deles tenham sido realizados em diferentes países e sejam estudos em pequena escala e nas suas comunidades locais. Esses estudos têm em comum a participação ativa dos futuros professores durante o processo de formação.

No Brasil, uma política pública de iniciativa da CAPES voltada à formação inicial que merece destaque para o processo formativo dos futuros professores é o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência[21] (PIBID), realizado em vários programas de formação

[21] Vale destacar alguns dos objetivos do Pibid:
I - incentivar a formação de docentes em nível superior para a educação básica;

inicial pelo país. O PIBID oferece a oportunidade de desenvolvimento profissional tanto aos futuros professores como aos docentes em exercício da escola básica (FIORENTINI; CRECCI, 2013, p. 13), juntamente com os coordenadores e formadores, professores vinculados à universidade. Orientados pelo coordenador, professor da universidade conveniada e um professor experiente da escola da Educação Básica, os estudantes de licenciatura desenvolvem projetos de intervenção com o objetivo de articular a teoria vista na universidade e a prática das salas de aula (BRASIL, 2010). Além de possibilitar aos participantes uma experiência rica a partir da aproximação entre a universidade e a escola, promove a aprendizagem profissional dos futuros professores, embasamento teórico-prático e a melhoria da qualidade da educação básica.

O programa prevê bolsas de auxílio para esses estudantes, o que resulta num importante apoio financeiro aos participantes, uma vez que o recurso auxilia na permanência desses estudantes nos cursos de formação de professores. Muitos estudantes são trabalhadores e com a bolsa eles têm a possibilidade de se dedicar integralmente ao curso. Devido à crise econômica e política em que o Brasil se encontra, bem como o ajuste fiscal do Governo Federal, o PIBID sofreu cortes de investimentos nos últimos anos, o que levou à sua reformulação, assim como ao prejuízo no andamento dos projetos das instituições.

O estudo de aula é um processo de desenvolvimento profissional do professor que pode ser realizado na formação inicial. O estudo de aula agrega elementos de diferentes processos, como a reflexão sobre a prática, o trabalho colaborativo e o planejamento de aulas com foco na aprendizagem e pensamento do aluno (PONTE *et al*., 2016; PONTE, 2017; QUARESMA, 2018; QUARESMA *et al*., 2014). Mas afinal, quais são os conhecimentos necessários à profissão? Esses temas serão discutidos nas próximas subseções.

2.2 CONHECIMENTO PROFISSIONAL

II - contribuir para a valorização do magistério;
III - elevar a qualidade da formação inicial de professores nos cursos de licenciatura, promovendo a integração entre educação superior e educação básica;
IV - inserir os licenciandos no cotidiano de escolas da rede pública de educação, proporcionando-lhes oportunidades de criação e participação em experiências metodológicas, tecnológicas e práticas docentes de caráter inovador e interdisciplinar que busquem a superação de problemas identificados no processo de ensino-aprendizagem;
V - incentivar escolas públicas de educação básica, mobilizando seus professores como coformadores dos futuros docentes e tornando-as protagonistas nos processos de formação inicial para o magistério; e
VI - contribuir para a articulação entre teoria e prática necessárias à formação dos docentes, elevando a qualidade das ações acadêmicas nos cursos de licenciatura. (BRASIL, 2010, art. 3º).

Dentre os assuntos mais discutidos na literatura científica no Brasil, no âmbito da temática do desenvolvimento profissional docente nos últimos anos, ganharam destaque "os saberes, conhecimentos, competências e desempenhos considerados necessários à profissão" (PUENTES *et al*., 2009, p. 171). Muitos pesquisadores nas últimas décadas destinaram-se a estudar e sistematizar os saberes ou conhecimentos necessários ao professor para desempenhar sua função. Eles sustentam que deve existir um vasto conjunto de conhecimentos e competências necessárias ao docente para exercer sua profissão.

De acordo com Ponte (2012, p. 86, tradução minha), "os professores precisam desenvolver um conjunto de competências para lidar com as situações instáveis e imprevisíveis com as quais ele encontra constantemente". Mas afinal, quais são os conhecimentos necessários ao professor para desenvolver seu trabalho? Os docentes precisam saber sobre o conteúdo que ensinam, como ensiná-lo, como agir e se comportar durante as situações de ensino (POTARI; PONTE, 2016). "O conhecimento profissional envolve diversos domínios, como a Matemática, o currículo, o aluno, a aprendizagem, a instrução, o contexto de trabalho e o autoconhecimento" (PONTE, 1998, p. 13).

Diversos modelos teóricos foram elaborados por diferentes pesquisadores ao longo dos anos, muitos deles ressaltam a importância do conhecimento do conteúdo e do conhecimento didático. Shulman (1986, 1987) tem sido a base para muitos dos modelos teóricos sobre o conhecimento do professor de Matemática.

Shulman (1986) apresenta três conhecimentos do professor: *conhecimento do conteúdo; conhecimento pedagógico do conteúdo* e *conhecimento do currículo*. Shulman (1987) amplia para sete os conhecimentos essenciais para o professor ensinar: *Conhecimento do Conteúdo*; *Conhecimento Pedagógico Geral*; *Conhecimento do Currículo*; *Conhecimento Pedagógico do Conteúdo*; *Conhecimento dos Alunos e de suas características*; *Conhecimento de Contextos Educacionais*; e *Conhecimento dos fins da educação*.

Shulman (1987) retrata o conhecimento do conteúdo como uma organização estrutural substantiva e sintática. A organização substantiva corresponde aos vários modos de organizar os conceitos e princípios básicos da disciplina para integrar seus fatos, enquanto a sintática corresponde ao conjunto de regras que determina se algo é legítimo ou não em uma disciplina. Para o autor, os professores não devem ser capazes apenas de definir conceitos aos alunos, mas por meio de suas escolhas didáticas, devem ser capazes de apresentar as regras que validam ou não esses conceitos e de justificar determinadas proposições, por que se deve estudá-las e como elas se relacionam entre si e com outras proposições, fora da disciplina. O professor não precisa conhecer os conteúdos tal qual o cientista, precisa saber de uma forma diferente, tem que

entender como tornar os conteúdos compreensíveis e importantes para os alunos. O *Conhecimento Pedagógico Geral* trata dos princípios e estratégias necessários para gerenciar e organizar a sala de aula (SHULMAN, 1987).

O conhecimento pedagógico do conteúdo ou, no original, *Pedagogical Content Knowledge* (PCK), vai além do conhecimento do conteúdo, pois está relacionado com a capacidade de ensino do professor, ou seja, se estende ao conhecimento do conteúdo para o ensino (SHULMAN, 1986, 1987). O PCK ganha destaque entre os demais conhecimentos, pois é o que difere o professor dos demais especialistas de cada área, "identifica os distintos corpos de conhecimento necessários para ensinar" (SHULMAN, 1987, p. 8, tradução minha). O PCK é a interseção dos conhecimentos de conteúdo e pedagógico, que possibilita ao professor modificar o conhecimento que ele tem a respeito do conteúdo e adaptá-lo às necessidades de aprendizagem dos seus alunos. Nesse conhecimento incluem-se os tópicos mais ensinados na disciplina, as analogias, ilustrações, os exemplos, explicações e demonstrações, os modos de representar e formular o conteúdo de forma a torná-lo compreensível para os alunos (SHULMAN, 1987).

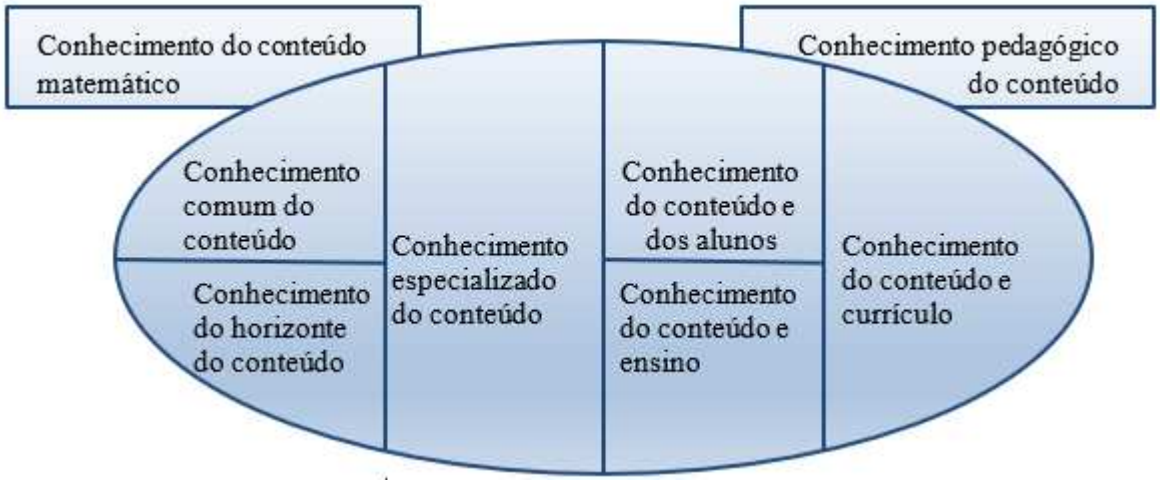
Shulman (1987) lembra que há variadas formas de representação de determinado conteúdo, cabe ao professor fazer uso dessas estratégias, oriundas de pesquisa ou da sabedoria que advém da sua própria prática. Ainda faz parte do conhecimento pedagógico de conteúdo, para o autor, a compreensão que o professor tem sobre a dificuldade ou facilidade de o aluno aprender determinado conceito. Daí percebemos a importância do ato de pesquisar e investigar sua própria prática como aspectos fundamentais para o professor desenvolver seu PCK.

Ball, Thames e Phelps (2008) procuraram compreender a natureza, o papel e a importância dos diferentes tipos de conhecimento matemático necessários ao professor para a docência, a partir das ideias de Shulman (1986; 1987). Os autores compreendem o conhecimento pedagógico do conteúdo de Shulman (1986) como a ponte que une o conhecimento do conteúdo com a prática de ensino. Estavam preocupados em assimilar o que os professores precisam saber e fazer para ensinar Matemática e qual conhecimento matemático lhes é exigido. Assim, propuseram um refinamento das ideias de Shulman, designado *Mathematical Knowledge for Teaching* (MKT), entendido como o conhecimento necessário para realizar o trabalho de ensinar Matemática. Os autores argumentam que a definição enfatiza o uso do conhecimento no e para o ensino, assim, ela se inicia com o ensino e não com o professor.

Essa teoria evidencia melhor o conhecimento do conteúdo e, principalmente, o conhecimento pedagógico do conteúdo identificado por Shulman. Os autores incluem ao

Conhecimento do Conteúdo Matemático as subcategorias: *Conhecimento Comum do Conteúdo*, *Conhecimento Especializado do Conteúdo* e *Conhecimento do Horizonte do Conteúdo*. Com relação ao Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, eles incluem as subcategorias: *Conhecimento do Conteúdo e dos alunos*, *Conhecimento do Conteúdo e do ensino* e *Conhecimento do Currículo*. A Figura 4 sintetiza as categorias dessa teoria e apresenta as relações entre o conhecimento do conteúdo matemático e o conhecimento pedagógico do conteúdo.

Figura 4 – Modelo do conhecimento para o ensino de Matemática



Fonte: Ball; Thames; Phelps (2008).

O conhecimento comum do conteúdo é definido pelos autores como o conhecimento e habilidade em lidar com a Matemática, que não é exclusivo do professor e é usado em vários contextos. Esse conhecimento é uma premissa para o docente, pois ele deve saber o conteúdo que ensina para: reconhecer os erros dos alunos; reconhecer quando o livro didático apresenta uma definição ou uma tarefa imprecisa; e usar termos e notações corretamente ao falar ou escrever no quadro.

O conhecimento do horizonte do conteúdo está relacionado com o conhecimento comum do conteúdo. É o conhecimento acerca da distribuição e a relação entre os conteúdos ao longo do currículo da Matemática. O professor precisa saber relacionar o conteúdo já estudado pelos alunos, nas séries anteriores, ao que está sendo ensinado. Além disso, o docente precisa saber conectar os conteúdos estudados com os conteúdos que os alunos aprenderão nas séries seguintes, de modo a estabelecer uma base matemática de apoio à aprendizagem dos assuntos que virão.

O conhecimento especializado do conteúdo é descrito pelos autores como algo específico da ação docente, que requer conhecimento e habilidades matemáticas para além do

que é ensinado, para que o professor possa explicar os objetivos matemáticos do ensino dos conteúdos. Assim, a prática educativa requer compreender a Matemática de uma forma diferente das demais pessoas que a utilizam, pois o ensino exige rever os conteúdos matemáticos e apresentá-los aos alunos de forma que eles consigam compreendê-los. Além disso, o professor precisa identificar a natureza dos erros dos alunos e determinar se as respostas fora do padrão estão corretas ou se são generalizáveis.

O conhecimento do conteúdo e dos alunos é uma subcategoria do conhecimento pedagógico do conteúdo, que combina o conhecimento matemático e o conhecimento sobre os alunos. Faz parte do conhecimento do professor, ao escolher uma tarefa, prever o pensamento matemático dos alunos, identificar o que os motiva e desperta seu interesse, o que é de fácil ou difícil compreensão, entender por que vários alunos cometem os mesmos erros, identificar e buscar formas de superar os principais erros das concepções matemáticas dos alunos.

Para Ball, Thames e Phelps (2008), o conhecimento do conteúdo e ensino combina o conhecimento matemático e o conhecimento sobre o ensino de Matemática. Fazem parte dessa categoria o conhecimento utilizado pelo professor durante o planejamento de uma aula. As tarefas do professor nessa ação são: saber os exemplos para iniciar um conteúdo e os exemplos para aprofundar; avaliar as vantagens e desvantagens das representações utilizadas para ensinar determinado assunto; e selecionar e implementar diferentes abordagens de ensino que favoreçam o aprendizado de determinado conteúdo e que superem as dificuldades dos alunos.

Finalmente, Ball, Thames e Phelps (2008) incluem o conhecimento do conteúdo e currículo no conhecimento pedagógico do conteúdo, que exige do professor a compreensão do conteúdo matemático do currículo escolar. Ball, Thames e Phelps (2008) concluem que o professor deve conhecer/saber bem a disciplina que ensina, segundo a premissa de que aqueles que não conhecem bem o conteúdo que ensinam, também não conseguem ajudar os alunos a aprendê-lo. No entanto, conhecer bem a disciplina não é suficiente para saber ensiná-la. Na universidade, os futuros professores precisam conhecer e saber usar a Matemática que irão ensinar para contribuir no processo de significação desse conteúdo e torná-lo compreensível para o aluno.

Para Ponte (2012), também influenciado por Shulman, para se ter um ensino de Matemática com qualidade são precisos alguns requisitos. É necessário que o professor tenha uma formação matemática adequada, conhecimentos no campo da didática, se relacione bem com os alunos, enfrente os problemas do campo com profissionalismo e busque se qualificar profissionalmente. Ademais, é importante que os professores tenham conhecimento

profissional, que difere do conhecimento acadêmico ou dos investigadores da área, e o conhecimento do senso comum.

Para esse autor, o conhecimento profissional é próprio dos professores, está sujeito a diferentes influências e está orientado para a atividade prática de ensino, isto é, ensinar Matemática para um grupo de alunos. O conhecimento profissional do docente é prático e pessoal, advém da experiência e da reflexão sobre sua própria prática ou de seus pares (PONTE, 2012). O conhecimento profissional inclui vários aspectos, dentre eles, encontra-se o conhecimento didático.

Ponte (2012) designa como conhecimento didático o conhecimento profissional dos professores de Matemática, que diz respeito à prática educacional no contexto da Matemática. O autor distingue quatro dimensões principais do conhecimento didático: a) *conhecimento da Matemática para o ensino*; b) *conhecimento dos alunos e de suas aprendizagens*; c) *conhecimento do currículo* e d) *conhecimento da prática educativa* (Figura 5).

Figura 5 – Dimensões do conhecimento didático



Fonte: Ponte (2012, p. 87, tradução minha).

O *conhecimento da Matemática para o ensino* considera a Matemática como a disciplina a ser ensinada, diferente do conhecimento da Matemática enquanto ciência, que corresponde à interpretação que os professores fazem dessa ciência para ensinar seus alunos (PONTE, 2012).

O *conhecimento dos alunos e de suas aprendizagens* corresponde às teorias implícitas ou explicitas que os professores têm sobre os alunos. Inclui também "conhecer os alunos como pessoas, seus interesses, gostos, formas habituais de se comportar e reagir, valores, referências culturais, formas de aprender... são condições decisivas para o sucesso do trabalho dos professores" (PONTE, 2012, p. 88, tradução minha).

O *conhecimento do currículo e o seu gerenciamento* influenciam a tomada de decisão, nas prioridades e maneiras do professor conduzir o processo de ensino e aprendizagem. Essa dimensão inclui o "conhecimento das principais finalidades e objetivos do ensino de matemática, como a organização dos conteúdos, o conhecimento dos materiais e as formas de avaliação a serem utilizadas" (PONTE, 2012, p. 88, tradução minha).

Finalmente, o *conhecimento da prática educativa* constitui a quarta dimensão do conhecimento didático. Esse conhecimento envolve o planejamento da disciplina, tanto a longo quanto a médio prazo; bem como o planejamento das aulas; a elaboração e preparação de tarefas; a condução da dinâmica da sala de aula de Matemática; a criação de uma cultura que favoreça a aprendizagem em sala de aula; o desenvolvimento e regulação da comunicação dos alunos; e a avaliação da aprendizagem (PONTE, 2012).

Segundo Ponte (2012), o conhecimento da prática educacional constitui o núcleo fundamental do conhecimento didático, pois é nesse núcleo, apoiado nas outras três dimensões, que o professor toma as decisões cruciais que direcionam a sua prática e regulam todo o processo de ensino. Apesar de diferenciar as quatro dimensões, o autor as compreende de forma conectada e todas presentes na atividade dos professores de Matemática. Desse modo, "a matemática escolar está presente, os objetivos e prioridades curriculares estão presentes, a visão e os modos de aprendizagem dos alunos estão presentes, como também o conhecimento da dinâmica do trabalho, recursos e formas práticas de professores" (PONTE, 2012, p. 89, tradução minha).

Um desafio nos cursos de formação de professores de Matemática é o de promover o desenvolvimento do conhecimento didático desde a formação inicial. Existem diferentes processos de formação de professores que possibilitam o desenvolvimento profissional, e também, o desenvolvimento do conhecimento didático.

2.3 O ESTUDO DE AULA

2.3.1 Estudo de Aula como Processo de Desenvolvimento Profissional de Professores

O estudo de aula é um processo de desenvolvimento profissional docente baseado na colaboração, que surgiu no Japão há mais de um século (MURATA, 2011), cujo termo original em japonês é *jugyou kenkyuu*. Ele chegou aos Estados Unidos no final dos anos 90, traduzido como *lesson study*, com o intuito de trazer melhorias ao processo de ensino e aprendizagem de Matemática nas salas de aula. O estudo de aula se disseminou no meio de educadores

matemáticos e, por fim, encontrou lugar em pesquisas por todo o mundo (MURATA, 2011; QUARESMA, 2018), com professores de todos os níveis de ensino, inclusive na formação inicial.

O estudo de aula constitui um trabalho colaborativo de professores que se reúnem, identificam uma dificuldade da prática, alguma questão que queiram responder ou algum problema relacionado ao ensino e aprendizagem de algum conteúdo matemático. Os integrantes partem desse objetivo comum, estudam conjuntamente os materiais didáticos sobre o tema escolhido, consultam os documentos curriculares e procuram maneiras para resolver o problema ou sanar as dificuldades observadas. Em seguida, preparam uma aula que pode contribuir para superar as dificuldades. Os participantes elaboram ou selecionam tarefas para essa aula (PONTE *et al*., 2016; PONTE, 2017; QUARESMA, 2018; QUARESMA *et al*., 2014). Durante o planejamento da aula de investigação, os participantes procuram fazer um levantamento ou um diagnóstico dos conhecimentos prévios dos alunos acerca do tema, antecipam as respostas, preveem as dúvidas e as principais dificuldades que eles possam ter durante a aula e elaboram as questões que podem ajudar a sanar tais dificuldades, constroem as tarefas e desenvolvem as estratégias para o ensino (PONTE *et al*., 2016; QUARESMA *et al*., 2014). Baseados no levantamento feito, os integrantes do estudo de aula preparam detalhadamente uma aula sobre o tema ou conteúdo escolhido, denominada *aula de investigação* (PONTE *et al*., 2016).

Em seguida, um dos professores conduz a *aula de investigação* enquanto os demais observam e registram suas considerações. Durante a aula de investigação, os participantes estão focados no pensamento e na aprendizagem dos alunos, registram o trabalho realizado pelos alunos, as diferentes estratégias utilizadas, as dúvidas e questionamentos. A observação difere daquelas realizadas em sala de aula durante o estágio supervisionado pois, no estudo de aula, a atenção não está focada no trabalho ou nas ações do professor, mas sim, no trabalho dos alunos (PONTE *et al*., 2016).

Posteriormente, o grupo se reúne para analisar e refletir sobre a aula. Esse momento é denominado de *sessão de reflexão*, na qual os componentes irão verificar se os objetivos foram alcançados, as principais dificuldades apresentadas e os processos utilizados pelos alunos. Na sessão de reflexão, os participantes analisam e "discutem a aprendizagem dos alunos com base nos dados que eles registraram durante a observação" (MURATA, 2011, p. 3, tradução minha). Essa aula é então revisada e aprimorada de modo a minimizar as dificuldades e, em alguns casos, é novamente conduzida em uma outra turma e segue-se todo o ciclo do estudo de aula descrito (PONTE *et al*., 2016; PONTE, 2017; QUARESMA, 2018; QUARESMA *et al.*, 2014).

O estudo de aula é um processo orientado pela prática docente, pode ser compreendido como uma pequena investigação sobre a própria prática, favorece a interação entre a teoria e prática, e é uma atividade reflexiva e colaborativa, que permite compreender como os alunos pensam matematicamente (PONTE, 2017; QUARESMA *et al*., 2014).

O estudo de aula é descrito, seguindo algumas etapas, como a definição do problema a estudar, o planejamento da aula de investigação, a observação da aula de investigação e a reflexão pós-aula. Embora essas fases variem de acordo com os autores, segundo Quaresma e Ponte (2017), as etapas de planejamento, observação da aula e reflexão prevalecem. Para Stigler e Hiebert (1999, p. 5), o estudo de aula ocorre em um ciclo de oito etapas: 1) identificação do problema comum ao grupo de participantes; 2) planejamento da aula; 3) desenvolvimento da aula; 4) avaliação e reflexão das etapas anteriores; 5) revisão da aula; 6) repetição da aula em outra turma; 7) reflexão da aula repetida, e 8) compartilhamento dos resultados. Para Fujii (2018) o estudo de aula se dá em cinco etapas: 1) definição dos objetivos; 2) planejamento da aula; 3) desenvolvimento da aula de investigação; 4) discussão pós-aula, e 5) reflexões. O modelo de Fujii (2018) está representado pela Figura 6.

Figura 6 – Processo cíclico do estudo de aula



Fonte: Fujii (2018).

Etapa 1: Identificação do problema. Os participantes do estudo de aula devem ter um objetivo comum, investigar um determinado problema da prática docente para melhorar o processo de ensino e aprendizagem dos alunos. Após a identificação do problema, os integrantes devem definir o objetivo que querem alcançar, de modo a resolvê-lo. O objetivo pode ser de médio prazo, focando nas necessidades de aprendizagem dos alunos, ou de longo prazo, levando em conta as necessidades da escola, do currículo escolar.

Etapa 2: Planejamento da aula de investigação. Nessa etapa, os integrantes do estudo de aula realizam uma pesquisa sobre o conteúdo matemático que irão ensinar e as abordagens didáticas viáveis para o ensino do conteúdo. Eles estudam os documentos curriculares e materiais de ensino sobre o conteúdo (MURATA, 2011). Aqui, os participantes buscam fazer conexões entre os conteúdos já estudados pelos alunos e os conteúdos das séries seguintes, selecionam ou elaboram as tarefas e redigem colaborativamente o plano de aula. Os participantes procuram antecipar as dúvidas e questionamentos dos alunos e os meios para responder a essas dúvidas. Prever as soluções e dúvidas dos alunos é uma tarefa difícil, principalmente para os professores iniciantes, mas que pode contribuir para melhorar as habilidades de ensino do docente, como observado no caso dos professores japoneses, realizando o estudo de aula (FUJII, 2018).

Etapa 3: Aula de investigação. Um professor participante do estudo de aula conduz a aula, enquanto os demais observam e registram suas considerações para análise futura. Durante a observação, os professores analisam e registram o que os alunos pensam, como aprendem e como ocorre esse aprendizado.

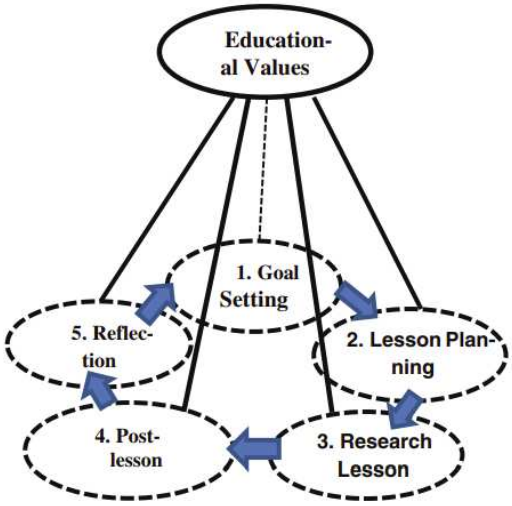
Etapa 4: Discussão pós-aula. Após a aula os participantes se reúnem para analisar e refletir sobre a mesma, compartilhar o que cada integrante observou e registrou, focando na participação e na aprendizagem dos alunos. Os participantes destacam a diferença entre o que foi planejado e o que de fato ocorreu, fazem sugestões para melhorar a aula, mudanças nas estratégias e na abordagem, mudanças nas tarefas, etc. Após as observações e reflexões podem ocorrer modificações na aula planejada ou nas tarefas propostas aos alunos, devido ao que foi observado e o que de fato ocorreu. É consenso na literatura que a reflexão é muito importante para a aprendizagem docente, consequentemente, para seu desenvolvimento profissional (QUARESMA, 2018). A partir da reflexão, o docente pode analisar as situações de sua prática, propor soluções, avaliar os resultados e sugerir novas ações, e assim, pode melhorar o processo de ensino-aprendizagem dos alunos.

Etapa 5: Reflexão. Esse é o momento de consolidar as observações realizadas e documentar o que foi aprendido com o ciclo do estudo de aula. Os participantes escrevem um relatório incluindo a aula de investigação original, os dados dos alunos e as observações e reflexões realizadas sobre a aprendizagem dos alunos.

Após a etapa 4, caso a equipe ache apropriado, outro professor pode ministrar a aula para uma nova turma, repetindo as etapas 3 e 4. Ocorre uma nova sessão para a discussão pós-aula e, por fim, a equipe passa para a etapa 5, fazendo o relatório e consolidando as observações. (FUJII, 2016; MURATA, 2011; PONTE *et al.*, 2016; QUARESMA, 2018).

Ao refletir que “uma aula é sistema orgânico”, Fujii (2018) conclui que o estudo de aula também é um sistema orgânico. O autor aperfeiçoa o diagrama da Figura 6 e chega ao “modelo orgânico de estudo de aula” (p. 18), estruturado com base nas cinco etapas anteriores, interligadas e conectadas ao vértice “Valores Educacionais – o coração é o fator mais importante do estudo de aula” (FUJII, 2018, p. 18) (Figura 7). Para ele, quando esses valores são considerados, o estudo de aula pode ser interpretado como um sistema orgânico, cujas componentes são inseparáveis umas das outras. Segundo essa perspectiva, pode-se pensar o estudo de aula como um sistema com várias componentes, em que todas têm sua função e importância e uma não funciona sem a outra. Assim, esse processo de desenvolvimento profissional tem vida, se adapta ao ambiente pois é dinâmico, contínuo e está conectado aos valores educacionais adotados.

Figura 7 – Modelo orgânico de estudo de aula



Fonte: Fujii (2018, p. 18).

O estudo de aula foi realizado em diversas culturas e com isso, o modelo japonês passou por várias adaptações. Apesar das adaptações, os princípios básicos do estudo de aula vêm sendo mantidos no que diz respeito à natureza colaborativa do processo (CORCORAN, 2011). Em muitas investigações empíricas, a colaboração é valorizada pelos participantes como a oportunidade de enxergar a aprendizagem dos alunos a partir de múltiplos olhares. Essa experiência é valiosa tanto para professores em serviço quanto para futuros professores, pois possibilita aprofundar a compreensão sobre o processo de ensino-aprendizagem (MURATA; POTHEN, 2011).

Para Murata (2011), o estudo de aula incorpora várias características de programas eficientes para o desenvolvimento profissional docente, pois se apoia nos dados locais do campo

de pesquisa, é orientado para a prática docente, tem o foco na aprendizagem do aluno, apoiado pela colaboração entre os participantes e orientado para a pesquisa.

Quaresma (2018) sintetiza cinco das principais características do estudo de aula que garantem considerá-lo como um processo de desenvolvimento profissional do professor. A primeira característica é que o estudo de aula "tem por base e apoia a *prática diária do professor*" (QUARESMA, 2018, p. 32, grifos meus). O estudo de aula é realizado essencialmente com base no trabalho diário do professor, como a análise e a seleção de tarefas, a discussão dos aspectos relevantes sobre a dinâmica da aula, a organização do trabalho docente e a comunicação em sala de aula. Assim, o estudo de aula é baseado na prática docente e tem como foco a aprendizagem do aluno, sua principal característica é sua natureza reflexiva.

A segunda característica do estudo de aula é que é realizado em um ambiente *colaborativo*, "onde se promove o desenvolvimento de relações profissionais próximas, a partilha de ideias e o apoio entre todos os elementos do grupo" (QUARESMA, 2018, p. 32). Essa abordagem de trabalho em colaboração oportuniza aos professores estudar um conteúdo específico, observar e refletir sobre o pensamento matemático dos alunos enquanto estes aprendem, podendo assim refletir sobre sua própria prática (QUARESMA; PONTE, 2015; QUARESMA, 2018; PONTE *et al*., 2016; PONTE, 2017). O estudo de aula "propicia um contexto favorável à reflexão e o desenvolvimento de confiança profissional, autoconfiança e confiança nos outros" (QUARESMA, 2018, p. 32).

A terceira característica apresentada por Quaresma (2018) é que o estudo de aula pode ser realizado por *períodos longos*, "ainda que um ciclo tenha, habitualmente, apenas sete ou oito sessões, os ciclos podem ser repetidos as vezes que desejarem, usando o *re-teaching* ou recomeçando sempre com novos temas" (QUARESMA, 2018, p. 32-33).

A quarta característica apresentada por Quaresma (2018) é que o estudo de aula é focado na *aprendizagem dos alunos* e não na ação docente. Para Murata (2011, p. 2, tradução minha), "o estudo de aula coloca os professores no centro da atividade profissional com seus interesses e um desejo de entender melhor a aprendizagem dos alunos com base em suas próprias experiências de ensino". Para Quaresma (2018), essa característica "faz com que seja um processo de desenvolvimento profissional bastante diferente de outros que envolvem observação de aulas e em que o foco está na ação do professor" (p. 33).

A quinta característica do estudo de aula é "a possibilidade de desenvolver conhecimento sobre um elevado número de aspetos incluindo aspetos relacionados com o conhecimento didático, com base na investigação" (QUARESMA, 2018, p. 33). Para a pesquisadora,

> O estudo de aula centra-se no ensino e na aprendizagem da Matemática (Watanabe, 2018) e, durante este processo, os professores podem estudar e investigar questões que vão muito além do tópico específico. Podem também analisar e discutir questões mais abrangentes do currículo, novas abordagens de ensino, o desenvolvimento de capacidades transversais, como o raciocínio ou a comunicação dos alunos, as dificuldades dos alunos ou a dinâmica da sala de aula e organização do trabalho dos alunos. Estas experiências com temas e abordagens inovadoras podem provocar algum desequilíbrio aos professores (Jaworski, 1998; Smith, 2001), levando-os a sair da sua zona de conforto e desenvolver conhecimento novo da sua zona de desenvolvimento proximal (Blanton, Westbrook, & Carter, 2005). (QUARESMA, 2018, p. 33)

Segundo Bezerra e Morelatti (2017), no estudo de aula

> os professores têm a oportunidade de revisar e reformular a estrutura metodológica que utilizam em suas aulas, os conteúdos que ensinam, a aprendizagem do aluno e melhorar seu conhecimento profissional e prático, como consequência do estudo regular, sistemático, cooperativo e crítico que estão fazendo, [...] tem a particularidade não vista em outros contextos de formação, uma vez que saímos da prática, recorremos a teoria e voltamos a prática, ou seja, a prática é a articuladora de todo o processo formador (p. 17781).

O estudo de aula é um processo de desenvolvimento profissional docente baseado na colaboração (MURATA, 2011). Diversas investigações sobre o estudo de aula afirmam que é um processo que promove aprendizagens profissionais dos professores (MURATA, 2011; QUARESMA, 2018). Essas investigações revelam que o estudo de aula promove o crescimento profissional dos docentes (MURATA, 2011). Segundo Quaresma (2018, p. 39), "o estudo de aula tem contribuído para transformar o ensino promovendo aprendizagens profissionais dos professores". De acordo com Lewis e Perry (2014, p. 22, tradução minha) "o estudo de aula pode ter um impacto no conhecimento dos professores, na comunidade profissional, na prática de ensino e na aprendizagem dos alunos".

As pesquisas sobre o estudo de aula realizadas em Portugal têm como princípio a valorização do ambiente colaborativo e reflexivo que esse processo possibilita. A colaboração "exige muita responsabilidade, empenho e tempo aos professores, mas tem grande potencialidade para a resolução de problemas e para o desenvolvimento de conhecimento no seio de um grupo de professores que analisa e reflete sobre a sua prática profissional" (QUARESMA; PONTE, 2016, p. 371). Nesse ambiente colaborativo e reflexivo promovido pelo estudo de aula, incluindo professores e formadores, os professores se envolvem em uma reflexão sobre e para a prática (QUARESMA; PONTE, 2016).

O estudo de aula é um processo que promove o desenvolvimento profissional docente, pois oferece a oportunidade a um grupo de participantes de estudar o conteúdo e o currículo, planejar a aula de maneira colaborativa e reflexiva, estudar como os alunos pensam e como trabalham, fazer a observação da aula em tempo real, e refletir sobre essa aula. Esse processo é dinâmico e deve-se levar em conta as necessidades dos alunos, as características próprias de cada contexto, etc., então, *como pode-se desenvolver o estudo de aula na formação inicial de professores? Quais são os desafios do estudo de aula nesse contexto? Quais as contribuições do estudo de aula na formação inicial?*

2.3.2 Estudo de Aula na Formação Inicial de Professores

O estudo de aula é um processo de desenvolvimento profissional docente que vem sendo realizado nos cursos de formação inicial de professores de Matemática. Algumas pesquisas de natureza empírica têm sido realizadas em diferentes países, evidenciando o potencial do estudo de aula na formação inicial de professores de Matemática (BURROUGHS; LUEBECK, 2010; FERNÁNDEZ; ZILLIOUX, 2011; MURATA; POTHEN, 2011; PONTE *et al*., 2016). Esse processo de desenvolvimento profissional pode contribuir para fornecer experiências de alta qualidade na formação inicial de professores, sanar as lacunas entre a teoria, vista na universidade, e a prática, vista no campo de atuação, muitas vezes, deixadas de lado pelos cursos de formação, e manter o foco da atenção na aprendizagem do aluno (FERNÁNDEZ; ZILLIOUX, 2011; MURATA; POTHEN, 2011). Para Potari (2011) fica difícil integrar teoria e prática nos cursos de formação de professores, uma vez que os futuros professores têm uma experiência limitada com relação à sala de aula, frequentemente baseada em crenças tradicionais sobre a Matemática e o seu ensino. Para a autora, o estudo de aula fornece diferentes meios de integração a partir da relação entre a pesquisa e a teoria da educação matemática.

Quando desenvolvido na formação inicial, o estudo de aula permite aos futuros professores se envolverem de forma significativa em todas as etapas do processo, desde o planejamento à reflexão compartilhada sobre a ação. Participar da elaboração de um bom plano de aula, com a observação da aula real pelos vários participantes e a reflexão concentrada nessas considerações são elementos essenciais para que futuros professores possam refletir sobre a sua própria prática e desenvolver conhecimentos necessários para o ensino e a aprendizagem em sala de aula (BURROUGHS; LUEBECK, 2010; PONTE, 2017).

A pesquisa de Burroughs e Luebeck (2010) mostra que a participação de futuros professores no estudo de aula pode ser significativa, a partir dos diálogos colaborativos com os

docentes da escola. A pesquisa mostrou que o estudo de aula ofereceu aos futuros professores a oportunidade de refletir criticamente tanto sobre o complexo processo de ensino e aprendizagem quanto sobre o próprio processo do estudo de aula. O pensamento reflexivo foi emergindo durante essas análises. Em seu estudo, os futuros docentes desenvolveram conhecimentos importantes sobre o ensino, aprendizagem e colaboração numa comunidade de prática. Por outro lado, o estudo evidenciou as dificuldades dos futuros professores em conhecer o conhecimento prévio dos alunos, antecipar as respostas, estratégias e dificuldades dos estudantes, dada a sua reduzida experiência na prática docente.

A pesquisa de Fernández e Zillioux (2011), realizada com dois grupos distintos de futuros professores de Matemática, mostrou que o estudo de aula contribuiu para a aprendizagem sobre o processo de ensinar Matemática. Um grupo continha 36 futuros professores de Ensino Médio, que realizaram ciclos interativos do estudo de aula (planejamento, aula de investigação e reflexão) em um ambiente de microensino (condução das aulas para seus colegas). O outro grupo continha 48 futuros professores do Ensino Fundamental que realizaram o mesmo processo, mas as aulas foram conduzidas em escolas. Os ciclos repetidos e colaborativos criaram oportunidades para que os futuros docentes pensassem sobre a aula de investigação, experimentassem essa aula e revisassem a proposta sobre o ensino para uma nova aula. Com a realização da aula de investigação, os futuros professores puderam desenvolver conhecimento sobre o conhecimento prévio dos alunos, aprofundar os conhecimentos matemáticos e aprimorar os planos de aula, modificar suas propostas para aulas mais centradas nos alunos e engajá-los no processo de aprendizagem. “Os futuros professores foram capazes de testar e desenvolver, de forma disciplinada, sua compreensão emergente de práticas de ensino de Matemática que desafiam o pensamento dos alunos e os envolvem ativamente na aprendizagem” (FERNÁNDEZ; ZILLIOUX, 2011, p. 97, tradução minha). Além disso, os resultados mostraram que os futuros docentes puderam expor suas crenças e suas aulas aos colegas e participantes do estudo de aula e os ciclos interativos possibilitaram que eles testassem e revisassem essas crenças e práticas.

Murata e Pothen (2011) desenvolveram o estudo de aula com futuros professores em disciplinas do programa de formação, com os quais realizaram leituras e discussões a respeito do processo, assistiram vídeos sobre um caso de estudo de aula, realizaram entrevistas com professores colaboradores. Os autores observaram que o estudo de aula é capaz de tornar a experiência de campo muito significativa para o futuro professor, serve de mecanismo de conexão entre o que é estudado no curso de formação e as experiências de campo. Os autores concluíram que os futuros professores participantes do estudo de aula conseguiram estabelecer

conexão entre os conteúdos matemáticos estudados para as aulas de investigação com os conteúdos no currículo e com o pensamento dos alunos sobre o conteúdo em causa. O estudo de aula possibilitou que os futuros professores compreendessem que o ensino que praticam influencia a aprendizagem do aluno. Ao conectar esse conhecimento com as teorias vistas na universidade, o futuro professor desenvolve-se profissionalmente. Quando os futuros professores refletem sobre o pensamento dos alunos acerca de um conteúdo, eles desenvolvem seu próprio pensamento e a compreensão sobre aquele conteúdo. Um aspecto do estudo de aula valorizado pelos participantes dessa pesquisa é a colaboração. Os autores afirmam que alguns grupos levam mais tempo para desenvolver relações colaborativas produtivas, mas apreciam a presença de outras pessoas observando as aulas, dando sugestões, e desenvolvem a sua compreensão a partir de múltiplos olhares. Eles aprendem como colaborar tanto com professores experientes quanto com inexperientes para desenvolver uma responsabilidade compartilhada.

Yu (2011) desenvolveu um estudo de aula com futuros professores de Matemática. Esta pesquisa forneceu um ambiente colaborativo para que os futuros professores se envolvessem e dessem sentido às suas primeiras experiências de ensino de Matemática e resolução de problemas, enquanto planejaram tarefas matemáticas para alunos do Ensino Fundamental. Os futuros professores conseguiram planejar problemas significativos e analisar a compreensão matemática de seus alunos. Com isso, conseguiram fazer conexões entre o ensino, a aprendizagem dos alunos e a pesquisa realizada por um grupo de três futuros professores.

Segundo Potari (2011), a aprendizagem dos futuros professores, relatada por Fernández e Zillioux (2011), Murata e Pothen (2011) e Yu (2011), refere-se ao desenvolvimento do conhecimento do conteúdo matemático; ao conhecimento do pensamento matemático dos alunos e pedagogia; à capacidade de trabalhar em colaboração com outras pessoas e ao sentimento de pertença a uma comunidade. A autora observou que os fatores mais importantes notados nesses três estudos foram o papel dos formadores durante os estudos de aula realizados com diferentes tipos de orientação e a colaboração entre os participantes dos grupos, o que possibilitou o compartilhamento das experiências e a percepção do processo de ensino e aprendizagem sob outras perspectivas.

Fonçatti e Morelatti (2019) sugerem inserir o estudo de aula no contexto do Estágio Supervisionado nos cursos de licenciatura em Matemática, como forma de superação da racionalidade técnica, da dicotomia entre teoria e prática, predominante em muitos cursos de licenciatura, e como possibilidade de aproximação entre a universidade e a escola. Segundo as autoras, quando o estudo de aula é realizado na formação inicial, favorece o desenvolvimento

profissional dos futuros professores, pois possibilita refletir sobre a experiência da escola e relacioná-la com as teorias estudadas na universidade, promovendo a interação entre a teoria e a prática, além de viabilizar a articulação do conhecimento do conteúdo matemático e o conhecimento pedagógico. Fonçatti e Morelatti (2019) propõem ainda que o estudo de aula seja associado ao ensino exploratório, pois é uma abordagem que coloca o trabalho dos alunos no centro do processo, o que difere da abordagem tradicional, comumente centrada no trabalho do professor.

2.3.3 Adaptações

Por se tratar de uma prática oriunda da cultura japonesa, o estudo de aula, ao ser realizado em um novo ambiente cultural, deve passar por transformações e adaptações para se ajustar a novos contextos (PONTE *et al*., 2016). Alguns desafios surgem durante as adequações, conforme observado em diversos estudos empíricos. Assim, nos contextos de formação de professores em Portugal, uma adaptação realizada foi a inclusão das sessões de seguimento:

> Em Portugal incluímos também uma fase de seguimento depois da aula de observação. [...] Nas sessões de seguimento os professores planificam em conjunto mais uma ou duas aulas de modo a consolidarem e aplicarem os conhecimentos desenvolvidos durante o estudo de aula. Cada professor leciona a aula preparada em grupo e depois apresenta e discute com os colegas na sessão seguinte momentos e situações que considera pertinentes. (QUARESMA; PONTE, 2017, p. 101)

Quando se refere ao contexto da formação inicial, outras questões devem ser observadas. Ponte (2017) constatou que o estudo de aula precisa ser adaptado quando for realizado na formação inicial de professores, variando em função do momento do programa de formação. Se realizado no início, os futuros professores poderão não ter desenvolvido ainda alguns conhecimentos e habilidades necessários para o ensino, enquanto que mais no final, já é comum a vivência da prática docente através do estágio supervisionado. Estabelecer relações colaborativas nesse nível de formação é uma dificuldade observada em algumas pesquisas e a principal justificativa é a diferença de *status* entre os participantes do processo, pois o nível de conhecimento e de experiência entre os profissionais é diferente. No trabalho em colaboração, as relações não devem ser hierárquicas e a liderança deve ser compartilhada, no entanto, na formação inicial, os professores e formadores têm o poder de decisão em relação ao processo de formação e à condução do estudo de aula. Quanto à organização dos estudos de aula, o autor observou que existem várias possibilidades, “relativas ao papel que os futuros professores

assumem e sua relação com os professores cooperantes das escolas" (PONTE, 2017, p. 173, tradução minha). Esses papéis variam desde o protagonismo no planejamento e condução das aulas de investigação a turmas convencionais, à participação no planejamento e reflexão, ao planejamento e à condução das aulas de investigação realizadas uns para os outros e reflexão sobre a ação (PONTE, 2017).

A adaptação efetuada por Burroughs e Luebeck (2010) no estudo de aula foi a participação dos futuros professores durante a etapa de planejamento e reflexão, mas a aula de investigação foi conduzida por docentes da escola e registrada em vídeo, pois não foi possível a observação, em sala, pelos participantes. Na investigação realizada por Fernández e Zillioux (2011), a adaptação realizada no estudo de aula desenvolvido com futuros professores foi a realização do microensino, quando a aula de investigação é conduzida para os colegas. Em Yu (2011), a adaptação ao processo foi que os grupos de futuros professores conduziram a aula de investigação para pequenos grupos de alunos. Os futuros professores não assumiram a docência da turma toda.

Ponte *et al*. (2016) observam as adaptações e as preocupações na realização do estudo de aula com sete futuros professores de Matemática. Eles adaptaram o estudo de aula para duas aulas de investigação, sendo ministradas pelo professor cooperante de uma escola e também participante do estudo de aula, por dois motivos: não haver tempo hábil para todos os futuros professores ministrarem pelo menos uma aula e pelo fato de eles estarem ainda no início do estágio do curso de formação. Entretanto, os futuros professores foram envolvidos em todas as etapas de planejamento e reflexão, além de serem observadores durante as aulas de investigação. Os pesquisadores perceberam a dificuldade de criar um ambiente colaborativo no grupo devido às diferenças de *status* entre os participantes: futuros professores, professor cooperante e professor universitário. Os autores relataram também a preocupação com o trabalho do professor que ministra a aula, apesar do foco do estudo de aula ser o trabalho do aluno e a sua aprendizagem. Uma solução para o problema é a confiança que os professores têm ou desenvolvem uns com os outros durante o estudo. Outra inquietação dos futuros professores é com relação ao trabalho extra exigido pelo estudo de aula.

Desse modo, para se realizar o estudo de aula em determinado contexto, principalmente na formação inicial, os formadores ou responsáveis pelo processo deverão analisar esse contexto e adaptar o processo de desenvolvimento profissional de acordo com as necessidades do grupo e as condições oferecidas.

2.4 A COLABORAÇÃO E A REFLEXÃO NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

A colaboração é uma importante estratégia utilizada para realização de um trabalho em diferentes organizações, como a empresarial, principalmente quando esse trabalho envolve desafios difíceis de serem superados individualmente. Uma vez que a educação tem enfrentado cada dia problemas mais complexos, o trabalho colaborativo entre professores tem ganhado espaço neste campo. É de notar, no entanto, que tanto na literatura nacional quanto na literatura internacional, há uma variedade de termos e uma multiplicidade de sentidos envolvendo práticas e grupos colaborativos (FIORENTINI, 2013). Termos como "trabalho coletivo", "trabalho cooperativo", "trabalho colaborativo" e "comunidade de prática" sugerem uma polissemia em torno desse conceito.

Os projetos colaborativos envolvendo professores surgem com diferentes objetivos, seja na tentativa de encontrar soluções para problemas comuns ou novas situações da sala de aula, para a introdução de projetos curriculares ou de intervenção, para a problematização, a reflexão e a investigação dos professores sobre a própria prática (BOAVIDA; PONTE, 2002; PONTE, 2012; FIORENTINI, 2013), para implementar projetos de inovação tecnológica no contexto universitário (SOUZA JUNIOR, 2000) ou como uma estratégia para a formação e o desenvolvimento profissional de professores (QUARESMA, 2018; QUARESMA; PONTE, 2016).

Segundo Boavida e Ponte (2002), existem diferentes formas de colaboração. A colaboração é uma estratégia para se alcançar certos objetivos, que a depender destes e do contexto indicarão as formas de colaboração: "Na nossa perspectiva, a utilização do termo colaboração é adequada nos casos em que os diversos intervenientes trabalham conjuntamente, não numa relação hierárquica, mas numa base de igualdade de modo a haver ajuda mútua e a atingirem objectivos que a todos beneficiem" (BOAVIDA; PONTE, 2002, p. 45). Assim, não basta trabalhar em grupo para se atingir a colaboração entre os participantes.

Boavida e Ponte (2002) se apoiam em Day (1999) e Wagner (1997) para diferenciar duas formas de trabalho, a cooperação e a colaboração. Apesar de ambas as denominações serem comumente utilizadas como sinônimos, pois têm o mesmo prefixo *co*, que significa ação conjunta, elas apresentam significados diferentes, pois derivam de operar (executar, fazer funcionar de acordo com um plano) e laborar (trabalhar, desenvolver uma atividade para atingir um fim, produzir), respectivamente. Assim, cooperar significa um ajudar o outro para realizar uma operação, muitas vezes simples, bem delineada, enquanto colaborar demanda que todos

trabalhem juntos, interajam e se apoiem com o intuito de alcançar os objetivos traçados, requer executar várias operações, muitas delas não previstas durante o planejamento. Assim,

> Na colaboração os diversos participantes trabalham em conjunto, numa base de relativa igualdade e numa relação de ajuda mútua, procurando atingir objectivos comuns. Na cooperação, as relações podem ser bastante desiguais e até hierárquicas e os objectivos comuns podem ser difusos e totalmente subordinados aos objectivos individuais apenas de alguns dos participantes. (PONTE; SERRAZINA, 2003, p. 16).

O trabalho colaborativo pode permitir observar um mesmo problema a partir de múltiplos olhares e a busca conjunta para a solução. Na investigação sobre a própria prática o trabalho colaborativo pode trazer algumas vantagens:

> Juntando diversas pessoas que se empenham num objectivo comum, reúnem-se, só por si, mais energias do que as que possui uma única pessoa, fortalecendo-se, assim, a determinação em agir; Juntando diversas pessoas com experiências, competências e perspectivas diversificadas, reúnem-se mais recursos para concretizar, com êxito, um dado trabalho, havendo, deste modo, um acréscimo de segurança para promover mudanças e iniciar inovações; Juntando diversas pessoas que interagem, dialogam e reflectem em conjunto, criam-se sinergias que possibilitam uma capacidade de reflexão acrescida e um aumento das possibilidades de aprendizagem mútua, permitindo, assim, ir muito mais longe e criando melhores condições para enfrentar, com êxito, as incertezas e obstáculos que surgem. (BOAVIDA; PONTE, 2002, p. 2-3)

Souza Junior (2000) investigou um grupo de professores e tutores universitários para compreender a dinâmica, a participação dos membros e a produção dos saberes sobre ensinar e aprender Cálculo utilizando o computador. O pesquisador observou que o trabalho coletivo desse grupo seguiu "uma trajetória que é o resultado da negociação das trajetórias dos indivíduos que dele participam. Por outro lado, podemos dizer que a trajetória das pessoas no grupo também é o resultado da trajetória do grupo na pessoa" (SOUZA JUNIOR, 2000, p. 126). O singular e o coletivo determinaram não só a trajetória do grupo, mas também os saberes produzidos no e pelo grupo. Esses saberes seguiram um movimento dialético do individual e coletivo, no qual "os indivíduos contribuem com seus saberes singulares para a construção de um saber coletivo e por outro lado, os saberes produzidos coletivamente possibilitam o desenvolvimento do saber do indivíduo" (SOUZA JUNIOR, 2000, p. 171).

Em um trabalho colaborativo com professores, Delgado, Brocardo e Oliveira (2014) revelam que os participantes mudaram o entendimento sobre a reflexão sobre a prática. Eles reconheceram que a reflexão sobre a prática é um processo importante e passaram a "identificar

os aspetos que devem/podem ser melhorados nas suas práticas, os que resultaram e que por isso devem ser perpetuados e que permite compreender os seus fundamentos" (p. 106). O trabalho conjunto aliado à reflexão fomentaram mudanças na prática desses docentes e a valorização das práticas exitosas.

Na literatura podem encontrar-se várias características ou aspectos constitutivos de um trabalho colaborativo. Existem divergências e posições não consensuais a respeito das características imprescindíveis ao trabalho colaborativo. Algumas destas características são: *ter objetivo geral comum e objetivos individuais, mutualidade*, *confiança, negociação*, *diálogo*, (BOAVIDA; PONTE, 2002), *liderança compartilhada e corresponsabilidade*, *apoio, respeito mútuo e reciprocidade de aprendizagem* (FIORENTINI, 2013).

Para Boavida e Ponte (2002), um contexto de colaboração requer atingir um *objetivo geral comum*, em que os participantes da equipe traçam caminhos, elaboram estratégias, planejam, compartilham experiências, conhecimentos e interagem entre si. A forma de trabalhar e dos participantes interagirem também é importante, pois deve possibilitar o trabalho em conjunto. Todos se apoiam para alcançar os objetivos traçados e negociados no grupo.

Também é importante que os participantes tenham *objetivos individuais*, que podem ser ligados à profissão, à sua própria personalidade, aos seus projetos pessoais, o que reforça a importância da sua participação e envolvimento com o grupo colaborativo. Articular os objetivos comuns do grupo com os objetivos individuais dos participantes é muitas vezes difícil, mas é necessário para que o trabalho colaborativo seja exitoso (PONTE; SERRAZINA, 2003).

Além disso, na colaboração todos participantes estão aptos a contribuir para o trabalho e também a receber algo do grupo, o que dá sentido de *mutualidade* na relação, "em que todos recebem uns dos outros e todos dão alguma coisa uns aos outros" (PONTE; SERRAZINA, 2003, p. 18). Entretanto, essa mutualidade não deve ser entendida por *igualdade absoluta*, mas sim, que cada integrante tem seu papel no grupo e contribui de mesmo modo com a realização do projeto comum (BOAVIDA; PONTE, 2002).

Uma outra característica dos grupos colaborativos é a *confiança* entre os participantes, gerada "num clima de respeito e cuidado que se manifesta quer a nível pessoal quer profissional" (BOAVIDA; PONTE, 2002, p. 48). Os participantes precisam sentir confiança no grupo para que estejam livres para "questionar abertamente as ideias, valores e acções uns dos outros, respeitando-os e sabendo, igualmente, que o seu trabalho e os seus valores são respeitados" (p. 48). Os integrantes devem se sentir à vontade para apresentar suas próprias ideias, concordar ou discordar das ideias dos demais participantes, em um ambiente de respeito e cuidado ao nível pessoal e profissional (BOAVIDA; PONTE, 2002). "Na verdade, cada

elemento da equipa constitui um recurso importante, cujas competências e ideias podem servir como catalisadores da mudança ou da inovação" (DELGADO; BROCARDO; OLIVEIRA, 2014, p. 87). Assim, cada participante tem algo a contribuir com o grupo e o grupo algo a contribuir com o participante (SOUZA JUNIOR, 2000).

A *negociação* é outra característica fundamental para o trabalho colaborativo: negociação dos objetivos, da forma de trabalhar, das pessoas se relacionarem, das prioridades do grupo (BOAVIDA; PONTE, 2002). "Negociação, de significados, de objetivos, de processos, permitindo o estabelecimento de pontos de contacto e plataformas que viabilizam o trabalho conjunto" (PONTE; SERRAZINA, 2003, p. 18). O processo de negociação pode auxiliar na constituição e permanência do grupo, além da produção de saberes e o alcance dos objetivos coletivo e individual (SOUZA JUNIOR, 2000).

O *diálogo* aberto entre os participantes é uma outra característica fundamental em ambientes colaborativos, para confrontar ideias e construir novas compreensões (BOAVIDA; PONTE, 2002). "Diálogo, para estabelecer uma comunicação efectiva, conduzindo a uma compreensão dos significados e problemas com que cada um se defronta" (PONTE; SERRAZINA, 2003, p. 18). O diálogo pode contribuir para superar as dificuldades e desafios encontrados pelo grupo (SOUZA JUNIOR, 2000).

Outra característica importante é a *liderança compartilhada*, que "depende da convergência dos saberes, das concepções e dos lugares diferenciados dos membros do grupo" (FIORENTINI, 2013, p. 62). Na liderança compartilhada e corresponsabilidade em um grupo colaborativo todos se empenham e assumem a responsabilidade pelas tarefas, por cumprir e exigir que se cumpram os acordos realizados no grupo. A liderança é importante para orientar os rumos que o grupo deve seguir e manter alguma organização no grupo. Ponte e Serrazina (2003) defendem que existem diferentes formas de liderança, a depender dos objetivos do grupo e características dos participantes. A liderança pode estar centrada em uma pessoa, pode ser compartilhada por um grupo ou distribuída por todos integrantes.

Cada participante tem que se sentir valorizado no e pelo grupo. O apoio e o respeito mútuo entre os participantes são essenciais para o êxito e a continuidade do grupo colaborativo. "Esse apoio pode ser intelectual, técnico ou afetivo" (FIORENTINI, 2013, p. 63). Em um trabalho colaborativo, é importante que o apoio aos participantes passe da troca para o *feedback crítico.* Inspirada em Hargreaves (1998), Quaresma (2018) argumenta que "desenvolver a capacidade dos professores para darem *feedback crítico* sobre o ensino, o seu e o dos colegas, é uma das condições determinantes para relações de colaboração profundas e produtivas" (p. 17).

O trabalho em colaboração geralmente envolve algumas dificuldades ou aspectos críticos que num primeiro momento o fragilizam mas cuja superação podem acabar por reforçá-lo. Boavida e Ponte (2002) assinalam quatro dificuldades bastante comuns: *lidar com a imprevisibilidade, saber gerir a diferença, saber gerir os custos e benefícios e estar atento em relação à autossatisfação confortável e complacente e ao conformismo*.

Em um trabalho colaborativo existem diferentes situações que fogem ao controle e planejamento da equipe, sempre haverá algo imprevisível. É importante saber lidar com a *imprevisibilidade* do trabalho colaborativo, uma vez que ele é um processo dinâmico, criativo, mutável, afetado por situações imprevistas, que muitas vezes redirecionam o grupo (BOAVIDA; PONTE, 2002).

Saber gerir a diferença entre os participantes é outra condição importante para a condução do trabalho colaborativo, uma vez que requer compromisso e responsabilidade no cumprimento de tarefas (BOAVIDA; PONTE, 2002).

Saber gerir os custos e benefícios é outro desafio para os grupos colaborativos. Os custos podem envolver o cumprimento de tarefas, atender os prazos estabelecidos, escrever, refletir, ler, participar das reuniões, lidar com as divergências de opinião e pontos de vista. "É preciso saber avaliar os potenciais custos e benefícios de cada um dos membros de um grupo colaborativo, procurar negociá-los de modo equilibrado e ter bastante atenção ao que se pede e ao que se dá a cada participante" (PONTE; SERRAZINA, 2003, p. 20). Algumas atitudes podem ajudar a gerir bem esse processo, como manter um equilíbrio na distribuição das tarefas entre os integrantes e resolver as diferenças de *status* entre os participantes (universitários e professores, pessoas experientes e menos experientes) e outros.

Por fim, é importante *estar atento em relação à autossatisfação confortável e complacente e ao conformismo*.

> O trabalho de um grupo colaborativo pode degenerar em auto-satisfação confortável e conformismo. Quando os participantes acham que está tudo bem, que nada de substancial há a melhorar – a não ser, eventualmente, alguns pequenos pormenores – o cenário está montado para uma atitude auto-complacente. Isso pode conduzir ao anulamento da individualidade e da criatividade individuais e fazer do grupo uma força conservadora, em vez de o tornar num efectivo apoio para a identificação e a resolução dos problemas que, em última análise, constituem a sua razão de ser. (PONTE; SERRAZINA, 2003, p. 20)

A reflexão é um outro processo importante para promover a aprendizagem dos professores, consequentemente, favorecer o desenvolvimento profissional docente (SCHÖN, 1992). Schön (1992) distingue entre reflexão na ação, reflexão sobre a ação e reflexão sobre a

reflexão sobre a ação. A reflexão na ação ocorre durante a prática do professor em sala de aula, quando ele procura compreender o processo de conhecimento do aluno. Para o autor esse é um processo de individualização no ensino, em que o professor tem que prestar atenção ao aluno, ser curioso, estar atento e disposto a ouvi-lo. Para ele, a reflexão na ação pode ser descrita em quatro momentos:

> primeiramente, um momento de surpresa: um professor reflexivo permite-se ser surpreendido pelo que o aluno faz. Num segundo momento, reflecte sobre esse facto, ou seja, pensa sobre aquilo que o aluno disse ou fez e, simultaneamente, procura compreender a razão por que foi surpreendido. Depois, num terceiro momento, reformula o problema suscitado pela situação [...]. Num quarto momento, efectua uma experiência para testar a sua nova hipótese; por exemplo, coloca uma nova questão ou estabelece uma nova tarefa para testar a hipótese que formulou sobre o modo de pensar do aluno. (SCHÖN, 1992, p. 83)

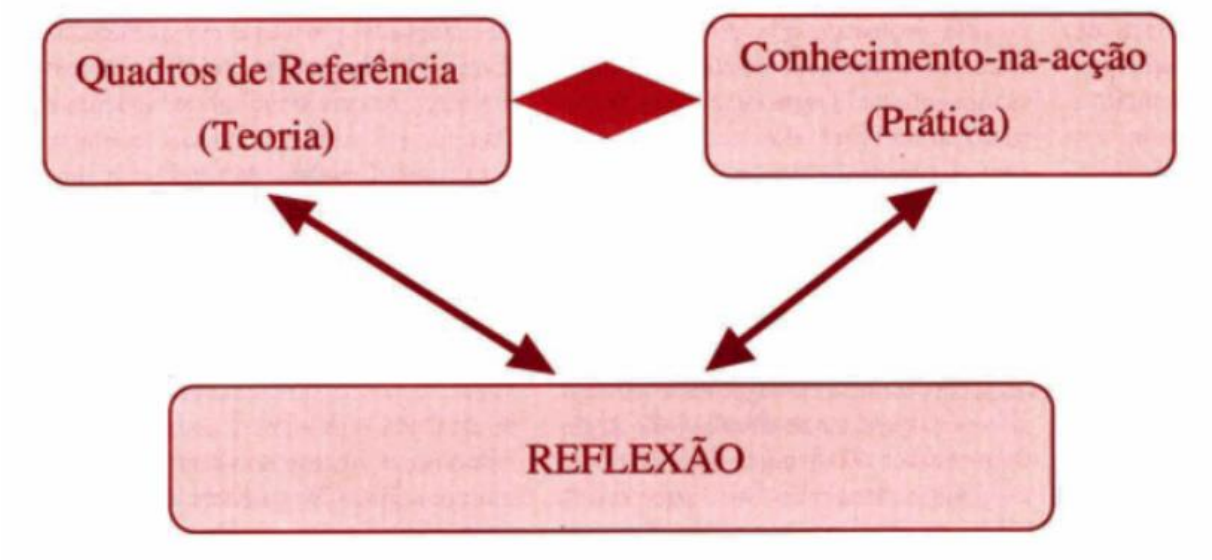
A reflexão sobre a ação ocorre após a aula, quando o professor reconstrói mentalmente os acontecimentos passados e procura analisá-los passo a passo. É na reflexão sobre a ação que o professor analisa também as suas atitudes perante os problemas e os acontecimentos da aula passada. Essa reflexão permite ao professor identificar o conhecimento e as crenças errôneas dos alunos, bem como seus próprios conhecimentos e concepções.

A reflexão sobre a reflexão sobre a ação é o olhar retrospectivo do professor à procura de compreender os acontecimentos, o que observou, os significados e sentidos que atribuiu e quais outros sentidos e significados poderia atribuir. Por um lado, a reflexão fomenta o desenvolvimento profissional do docente (SCHÖN, 1992), pois fundamenta e possibilita a mudança de sua prática futura ou possibilita que experimente novas ideias e propostas para solucionar os problemas observados na reflexão na ação (QUARESMA, 2018). "Nesse processo, estão presentes ações de metareflexão ao desenvolver novos raciocínios, formas de pensamento, compreensão, ação para solução dos problemas da carreira docente, ou seja, o professor é levado a pensar sobre o modo como refletiu em suas ações" (CIRÍACO; MORELATTI; PONTE, 2016, p. 253). Por outro lado, no desenvolvimento profissional contínuo do docente o momento fundamental é o da reflexão crítica sobre a prática (FREIRE, 2010). A reflexão vai contribuir para a melhoria da prática, pois "é pensando criticamente a prática de hoje ou de ontem que se pode melhorar a próxima prática" (FREIRE, 2010, p. 39).

A reflexão pode trazer as mais variadas contribuições para o desenvolvimento profissional do professor. No entanto, "a reflexão perde o seu potencial transformador se não aborda directamente os problemas práticos reais, se não é capaz de se apoiar na teoria educacional e se não se traduz em acções e projectos" (PONTE, 2005a, p. 13). Assim, não é

suficiente apenas refletir, é preciso que a reflexão sobre os problemas da prática, ancorada na(s) teoria(s), provoque mudanças na ação do professor e lhe permita tomar consciência de seu conhecimento-na-ação. É o ir e vir, da prática para a teoria para a reflexão, num ciclo, em que a reflexão faz a conexão entre esses dois elementos (Figura 8).

Figura 8 – A reflexão estabelecendo uma ligação entre a prática e a teoria



Fonte: Ponte (1994, p. 11).

A reflexão pode ser potenciada em ambientes colaborativos nos quais são identificados e discutidos os problemas da prática e a procura conjunta da solução (OLIVEIRA; SERRAZINA, 2002). A reflexão no trabalho em colaboração com outros professores "é fundamental para a criação e consolidação de seus saberes profissionais e serve também para romper, muitas vezes, o isolamento existente entre eles" (SOUZA JUNIOR, 2000, p. 270).

Como o estudo de aula é um processo de desenvolvimento profissional do professor, de natureza colaborativa e reflexiva (PONTE *et al.*, 2015; PONTE *et al*., 2016; QUARESMA, 2018; QUARESMA; PONTE, 2017), quando realizado no contexto do estágio pode contribuir para a formação do professor reflexivo. Além disso, pode ser uma boa estratégia para superar a dicotomia entre a teoria e a prática (PIMENTA; LIMA, 2017), promover a reflexão sobre a prática a partir dos múltiplos olhares sobre o mesmo problema (BOAVIDA; PONTE, 2002), para estimular a colaboração entre os pares, favorecer a aproximação entre a escola e a universidade e possibilitar desenvolver alguns conhecimentos necessários à docência como o conhecimento didático, utilizar o ensino exploratório, conhecer o pensamento matemático do aluno, suas dificuldades e estratégias de aprendizagem.

A seção seguinte apresenta a concepção de robótica educacional utilizada nesta tese, suas contribuições no processo de ensino-aprendizagem, bem como na formação inicial de professores. Apresenta também uma revisão do tipo estado da arte sobre dezoito estudos no contexto da formação de professores.

3 ESTRATÉGIAS FORMATIVAS DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA COM ROBÓTICA EDUCACIONAL

Nesta seção apresentamos as contribuições da robótica educacional para o processo de ensino e aprendizagem, com foco na formação de professores, com especial atenção aos estudos realizados no Brasil. Apresentamos uma revisão dos trabalhos relativos à robótica educacional no contexto da formação de professores e na elaboração de materiais didáticos. Com isso, buscamos compreender as estratégias formativas, os materiais utilizados, os projetos e os resultados alcançados nessas pesquisas.

3.1 CONCEITUANDO ROBÓTICA EDUCACIONAL: DIFERENTES USOS E CONTRIBUIÇÕES

Passamos da *sociedade industrial* para a *sociedade da informação* nos anos 80, enquanto nos anos 90, passou-se a falar da *sociedade do conhecimento* e, segundo Resnick (2008), falava-se da *sociedade criativa*, que exige que as pessoas aprendam a pensar e agir criativamente e a trabalhar em colaboração para solucionar os problemas cotidianos (ALIMISIS, 2009).

A habilidade da criatividade é uma característica importante para o século XXI, pois é essencial para a resolução de problemas e pensamento crítico (ANGEL-FERNANDEZ; VINCZE, 2018a). Espera-se que pessoas criativas sejam capazes de gerar novas ideias úteis, tenham imaginação para solucionar problemas, utilizando variadas técnicas (ANGEL-FERNANDEZ; VINCZE, 2018a).

Essas mudanças provocaram a criação de uma série de novas ferramentas educacionais para ensinar essa geração *do conhecimento* e *criativa*. Uma tecnologia que tem atraído o interesse de alunos da Educação Básica ao ensino superior, nos últimos anos no Brasil e também no mundo, é a robótica (ALIMISIS, 2009; MATARIĆ, 2004). A robótica tornou-se popular por várias razões, como o fascínio das crianças e jovens pelos robôs, por ser um campo multidisciplinar, pois envolve outras áreas temáticas, oferece maneiras diferentes de aprendizagem em relação às outras abordagens motivadoras (ANGEL-FERNANDEZ *et al.*, 2016).

À medida que foram ocorrendo as transformações tecnológicas, a tecnologia foi evoluindo, assim como a compreensão que se tem a respeito dela. O mesmo ocorreu com o

conceito de robô nos últimos anos. Matarić (2014) problematiza sobre a evolução do conceito de robô:

> O que é um robô? Essa é uma boa pergunta a ser feita, porque, como em qualquer área de interesse da ciência e da tecnologia, há um grande mal-entendido sobre o que os robôs são ou não são, o que foram ou não foram, e o que eles irão ou não irão se tornar no futuro. A definição do que é um robô tem evoluído ao longo do tempo, na medida em que a pesquisa fez grandes descobertas e a tecnologia avançou. (MATARIĆ, 2014, p.17)

A concepção adotada nesta tese é que "robô é um sistema autônomo que existe no mundo físico, pode sentir o seu ambiente e pode agir sobre ele para alcançar alguns objetivos" (MATARIĆ, 2014, p.19). A autonomia garante que o robô "atua com base em suas próprias decisões e não é controlado por um ser humano" (p. 20). Existir, no *mundo físico,* compreende o universo em que o humano ou os animais atuam, o que exclui, por exemplo, as simulações de computador. Por meio dos sensores, os robôs podem sentir e agir no ambiente, como também sentir e desviar-se de obstáculos. O robô pode alcançar objetivos que, segundo Matarić (2014), é a inteligência ou a finalidade do robô:

> Um sistema ou máquina que existe no mundo físico, pode senti-lo, mas age de forma aleatória ou inútil, não é bem um robô, pois não usa a informação adquirida nem sua capacidade de agir para fazer algo de útil para si ou para outros. Consequentemente, esperamos que um robô real tenha um ou mais objetivos e se comporte de forma a atingi-los. Os objetivos podem ser muito simples, como "Não fique parado", ou muito complexos, como "Faça o que for preciso para manter o seu dono seguro". (MATARIĆ, 2014, p. 21)

Assim, um robô é um sistema autônomo, que age e sente o mundo físico por meio de sensores para atingir determinado fim. Os sensores são "dispositivos físicos que permitem a um robô perceber seu ambiente físico, a fim de obter informações sobre si mesmo e sobre os objetos que o cercam" (MATARIĆ, 2014, p. 43). Logo, os robôs têm a percepção do mundo a partir dos sensores. Sensoriamento e percepção são sinônimos na robótica. O que um protótipo precisa "sentir" depende do ambiente e da sua tarefa, seja um obstáculo à sua frente ou o contato com determinada superfície. A autora compara o sensoriamento dos robôs aos sensores dos animais, que são adaptados ao *habitat* natural dos animais, assim devem ser os sensores do robô, adequados ao *habitat* do robô, ou seja, adequado ao ambiente em que se locomove e às tarefas que executa.

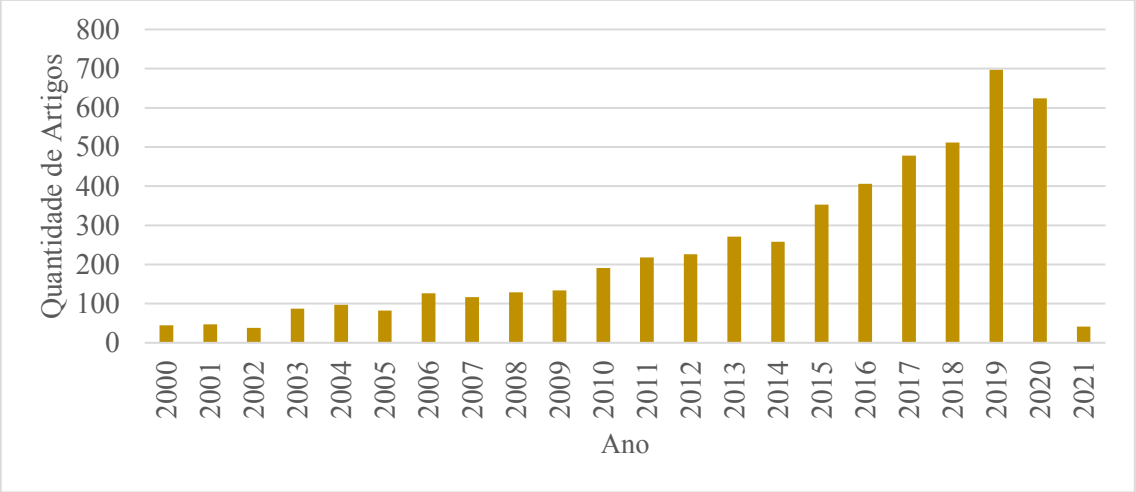
Agora resta compreender a concepção de robótica. Para Matarić (2014, p. 21, grifo da autora) "*robótica* é o estudo dos robôs, o que significa que é o estudo da sua capacidade de

sentir e agir no mundo físico de forma autônoma e intencional". Resta ainda compreender o conceito de *robótica educacional*.

A robótica, quando aplicada na educação, é conhecida como robótica educacional ou robótica pedagógica. Em revisão sistemática de teses e dissertações brasileiras sobre a temática, Barbosa (2016) concluiu que as palavras-chave mais utilizadas pelos pesquisadores são: educacional, pedagógica, "ambiente, ambiente de aprendizagem, recurso de comunicação, tecnologia, artefato cognitivo, atividade de montagem, conjunto de recursos, espaços multirreferenciais de aprendizagem" (BARBOSA, 2016, p. 71). Os dois primeiros termos são comumente utilizados como: robótica educacional, robótica pedagógica ou robótica pedagógica livre.

A partir de uma busca pelos termos "*Education"* e "*Robot",* na base de dados *Web of Science,* foram encontrados 5.172 artigos que utilizam as palavras-chave em vários idiomas. O resultado indica que nos últimos anos tem ocorrido um aumento de pesquisas que utilizam os termos *robótica* e *educação* (Figura 9).

Figura 9 – Quantidade de artigos por ano usando as palavras-chave "Education And Robot"



Fonte: Elaborada pela Pesquisadora (22/02/2021).

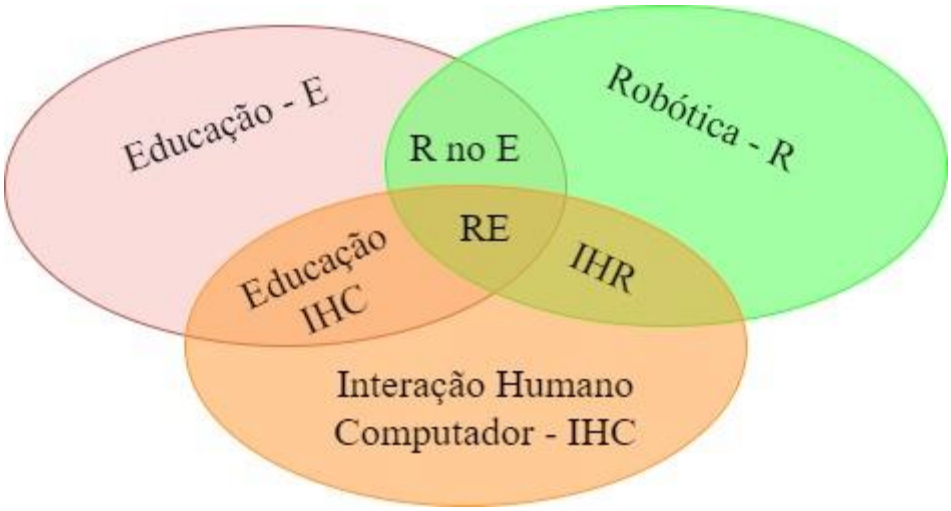
Assim, os estudos sobre a robótica na educação têm crescido e importa compreender o que os pesquisadores entendem por robótica educacional. Para Barbosa (2011, p. 30), a robótica educacional "envolve ou caracteriza-se como um ambiente de simulação real de aspectos da vida que proporciona aos envolvidos situações-problema de diferentes magnitudes que devem ser superadas, com acerto, erros, até que se alcancem os objetivos desejados". César (2013) complementa essa compreensão ao dizer que a

> *Robótica Pedagógica ou Educacional* refere-se ao conjunto de processos e procedimentos envolvidos em propostas de ensino e de aprendizagem que utilizam os dispositivos robóticos como tecnologia de mediação para a construção do conhecimento. Dessa forma, as discussões sobre Robótica Pedagógica não se restringem as tecnologias ou aos artefatos robóticos e cognitivos em si, nem ao ambiente físico, onde as atividades são desenvolvidas, e sim as possibilidades metodológicas de uso e de reflexão das/sobre tecnologias informáticas e robóticas nos processos de ensino e de aprendizagem. (CÉSAR, 2013, p. 55).

De acordo com Angel-Fernandez e Vincze (2018b), ainda não existe uma definição clara sobre o que se quer dizer com Robótica Educacional, pois em muitos casos é citada como ferramenta para uso na educação ou um meio que possibilita pensar sobre o ensino, a aprendizagem e a educação. Para eles, a área envolve diferentes campos, dos quais os três principais são (Figura 10):

a) Educação (E): envolve todas as subáreas relacionadas ao estudo e aprimoramento da aprendizagem das pessoas em todos os níveis;
b) Robótica (R): engloba o estudo, o projeto e melhoramento de robôs como, por exemplo, as plataformas de robótica utilizadas hoje na educação;
c) Interação Humano-Computador (IHC): envolve o estudo da interação entre o computador e humanos, com vistas a melhorar a experiência dos usuários. O campo tem mostrado a importância de ponderar a interação entre o humano e as plataformas robóticas. Assim, surge o campo Interação Humano-Robô (IHR), "que se dedica a entender, projetar e avaliar plataformas robóticas para utilizar com ou por humanos" (ANGEL-FERNANDEZ; VINCZE, 2018b, p. 38).

Figura 10 – Visão simplificada dos campos de estudo envolvidos na Robótica Educacional



Fonte: (ANGEL-FERNANDEZ; VINCZE, 2018b, p. 40, tradução minha).

Pensar a Robótica Educacional (RE) como a interseção da Educação, da Robótica e a Interação Humano-Robô, conduz a compreendê-la não apenas como uma ferramenta ou ambiente com tecnologia, mas como um campo de estudos e investigação "para onde convergem muitos campos de estudos" (ANGEL-FERNANDEZ; VINCZE, 2018b, p. 38, tradução minha). Assim, "a Robótica Educacional é um campo de estudos que visa melhorar a experiência de aprendizagem das pessoas através da criação e implementação de atividades, tecnologias e artefatos, onde os robôs desempenham um papel ativo" (ANGEL-FERNANDEZ; VINCZE, 2018b, p. 38, tradução minha).

De acordo com o papel que a robótica desempenha no processo de ensino-aprendizagem, Alimisis e Kynigos (2009) classificaram-na em duas categorias: como objeto de aprendizagem e como ferramenta de aprendizagem. Como objeto de aprendizagem, a robótica está sendo estudada como uma disciplina específica. Inclui atividades que envolvem os alunos na solução de problemas cujo foco é a Robótica, com uma visão computacional e inteligência artificial (ALIMISIS; KYNIGOS, 2009). A robótica, enquanto ferramenta de aprendizagem, é utilizada como um instrumento para ensinar e aprender outras disciplinas (ALIMISIS; KYNIGOS, 2009). Geralmente, nesse caso, a robótica é vista "como uma atividade de aprendizagem interdisciplinar baseada em projetos, baseada principalmente em Ciências, Matemática, Informática e Tecnologia e que oferece novos benefícios importantes para a educação em geral em todos os níveis" (p. 17, tradução minha).

Entretanto, Alimisis e Kynigos (2009) alertam que nem sempre é fácil e claro classificar uma atividade de robótica educacional. Mesmo nos casos em que a robótica é introduzida como um objeto de aprendizagem, ela abrange vários aspectos educacionais e alcança objetivos além dos informados no currículo, como o "desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas, criatividade, pensamento crítico, habilidades colaborativas, etc." (p. 17, tradução minha).

> No processo de projetar e programar robôs, os alunos aprendem conceitos importantes de engenharia, matemática e ciência da computação (Druin e Hendler, 2000, Arlegui et al, 2008a). A robótica pode melhorar as atitudes de pesquisa dos alunos, permitir que eles façam suposições, realizem experimentos e desenvolvam suas habilidades de abstração. Assim, a aprendizagem construída por meio da robótica (vista como objeto de aprendizagem) também é valiosa para outras áreas cognitivas pertencentes ao espectro mais amplo das disciplinas escolares. (ALIMISIS; KYNIGOS, 2009, p. 17, tradução minha)

Uma terceira categoria foi proposta por Eguchi, que "vê os robôs como auxiliares de aprendizagem, que seriam na maioria dos casos robôs sociais, como o Robot-Tutor em cenários

de aprendizagem colaborativa" (*apud* ANGEL-FERNANDEZ; VINCZE, 2018b, p. 41). Nos últimos dez anos os robôs sociais, como os robôs humanoides, têm tido êxito no auxílio a alunos para a realização de tarefas de ensino. Uma investigação constatou que, se as tarefas forem limitadas, os robôs têm condições de atingir resultados de aprendizagem e melhoramento da aprendizagem ao nível de educadores humanos. Assim também foram os robôs afetivos, atingiram níveis de apreciação semelhantes aos professores humanos. (KONIJN; HOORN, 2020).

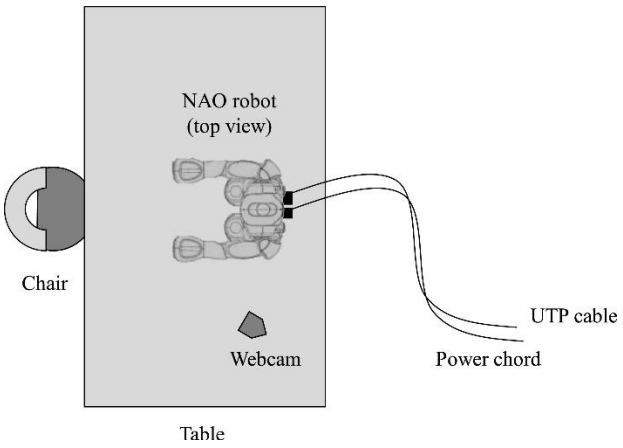
Um exemplo interessante de tutor robótico é uma plataforma educacional robótica, denominada *Affective Robot Tutor Integrated Environment* ou ARTIE, criada pelo *Department of Artificial Intelligence* da *Universidad Nacional de Educación a Distancia* na Espanha, pelos pesquisadores Cuadrado, Riesco e López (2016). A plataforma foi planejada para integrar qualquer *software* educacional direcionado para crianças do Ensino Fundamental, com um componente, cuja função é identificar o estado emocional do estudante e orientá-lo nas tarefas que está resolvendo no *software*. De acordo com o perfil do aluno em sala de aula, sua motivação para o estudo e sua competência (informações vindas dos professores), o ARTIE fornece suporte pedagógico e emocional direcionado ao aluno. No entanto, essa plataforma consegue ler o estado emocional do estudante, de acordo com suas interações com o computador (teclado e mouse), e um componente de suporte pedagógico afetivo genérico especifica as interações, a partir de expressões faciais, linguagem corporal, tom de voz, etc., e utiliza esses dados para auxiliar o estudante durante o trabalho com as tarefas.

Cuadrado, Riesco e López (2016) ilustram a experiência com o uso dessa plataforma - o *software* educacional instalado foi o *Scratch* e o robô tutor NAO - com alunos do Ensino Fundamental. Os pesquisadores concluíram que é possível identificar as emoções que afetam as crianças durante as intervenções educativas, além da viabilidade da arquitetura, utilizando uma variedade de *softwares* educacionais e tutores robôs, que podem ser integrados conforme os objetivos educacionais.

Konijn e Hoorn (2020) desenvolveram uma pesquisa com 45 meninos, entre 8 e 10 anos de idade. Os alunos voluntários tinham diferentes habilidades educacionais. Um pré-teste indicou que metade deles estava abaixo da média das pontuações, enquanto os demais eram avançados ou acima da média, no cálculo da tabuada de multiplicação. Os investigadores mediram o desempenho (pré e pós), por meio de testes-padrões da escola. Usaram um robô NAO, conhecido pelas crianças como suporte educacional inteligente e não ameaçador. NAO é um robô humanoide, com 58 cm de altura e duas câmeras de vídeo situadas em sua testa. A câmera superior identificava o rosto das crianças. O NAO contou com o *software* Zora3, da

Zorabots QBMT, e foi programado para auxiliar a tabuada de forma autônoma, com interação direta e individual com o aluno. A tutoria era acompanhada pelo assistente de pesquisa, por uma *webcam* de uma sala adjacente (Figura 11).

Figura 11 – Robô NAO em atividade de tutoria com um aluno



Fonte: Konijn; Hoorn (2020, p. 4).

De modo geral, os resultados mostraram que o desempenho de todos os alunos do grupo melhorou na tabuada de multiplicação, embora os alunos avançados tenham tirado maior proveito da tutoria. Analisando separadamente os alunos, de acordo com a habilidade educacional, os estudantes com menor habilidade desenvolveram mais com a tutoria de um robô de forma neutra, do que com um robô mais socialmente atuante (KONIJN; HOORN, 2020). Por outro lado, os robôs foram capazes de classificar um efeito de aprendizagem positivo e mostraram eficácia como tutores autônomos na instrução individual, examinando a tabuada, enquanto variavam os estilos de comunicação.

A definição para robótica educacional apresentada por Angel-Fernandez e Vincze (2018b) traz uma visão ampliada para a discussão sobre essa temática, pois não a compreende apenas como um "ambiente de simulação" (BARBOSA, 2011, p. 71) ou como um "conjunto de processos e procedimentos" (CÉSAR, 2013, p. 55), mas como um campo de pesquisa em que interagem diferentes áreas, dentre elas, a educação, a robótica e as relações entre o humano e o robô. Sob essa ótica, incluem-se também as abordagens nas quais a robótica é o objeto da aprendizagem, é ferramenta de aprendizagem ou também auxiliar de aprendizagem (ANGEL-FERNANDEZ; VINCZE, 2018b). Assim, a definição consegue englobar todas as formas de uso da robótica no campo da educação.

Na sequência, poderíamos contar a história da Robótica, as primeiras criações, passando por Papert, considerado o pai da robótica educacional, até a história da robótica educacional no

Brasil. Todavia, Barbosa (2016) já se encarregou de tal empreitada e, portanto, neste trabalho, resta destacar algumas das contribuições da robótica no processo de ensino e aprendizagem, principalmente da Matemática e na formação de professores.

Vários estudos vêm sendo realizados no Brasil, com um pluralismo de áreas, abordagens, objetivos e públicos-alvo. Esses trabalhos apontam que, utilizando a robótica educacional, é possível desenvolver um ambiente colaborativo (BARBOSA, 2011, 2016; CAMPOS, 2005; ZILLI, 2004) favorável à aprendizagem e desenvolvimento pleno do aluno, desenvolvimento da inteligência lógico-matemática, inteligência linguística, interpessoal, intrapessoal e até espacial (ZILLI, 2004), capaz de motivar o aluno a construir seu conhecimento a partir de situações-problema interessantes, relacionadas com o mundo real, investigativas e lúdicas (BARBOSA, 2011, 2016; CAMPOS, 2005; CÉSAR, 2009, 2013; CHELLA, 2002; CURCIO, 2008; SANTOS, E., 2012; ZILLI, 2004).

Segundo Matarić (2004), a robótica é atraente e uma excelente ferramenta para o ensino de alunos de qualquer idade. Para Alimisis (2009), a robótica educacional é

> uma ferramenta de ensino/aprendizagem poderosa e flexível que estimula os alunos a controlar o comportamento de modelos tangíveis usando linguagens de programação específicas (gráficas ou textuais) e envolvendo-os ativamente em atividades autênticas de resolução de problemas. (p. 8, tradução minha)

Em investigação com dois grupos de alunos do 3º, 4º, 5º e 7º anos do Ensino Fundamental de uma escola privada, em atividades extracurriculares, Accioli (2005) observou que a robótica educacional criou um ambiente propício à aprendizagem matemática, mais especificamente, favoreceu a construção de novos significados para o conceito de simetria, o que promoveu o desenvolvimento do conhecimento dessas crianças acerca das propriedades de simetria.

Curcio (2008) sintetiza alguns objetivos e vantagens ao se trabalhar com robótica educacional, dos quais destacam-se:

> Transformar a aprendizagem em algo motivador, tornando acessíveis aos alunos os princípios da ciência e da tecnologia; ajudar a superação de limitações de comunicação, fazendo com que o aluno verbalize seus conhecimentos e suas experiências e desenvolva sua capacidade de argumentar e contra-argumentar; favorecer a interdisciplinaridade [...]; estimular a criatividade e a inteligência através de um novo método educativo; desenvolver a concentração, a disciplina, a responsabilidade, a paciência e a perseverança. (CURCIO, 2008, p. 22-23)

Em sua investigação, na Universidade da Madeira em Portugal, Santos E. (2012) desenvolveu um projeto sobre a utilização de *robots* na aprendizagem colaborativa da Matemática e da Informática, via *Web*, com alunos do ensino secundário. A pesquisadora observou que tais dispositivos facilitaram a exploração de conceitos abstratos fundamentais da Matemática e da Informática, bem como permitiram desenvolver tarefas envolvendo a resolução de problemas mais significativos, pois seus resultados são encontrados em um domínio real. Os participantes demonstraram ser possível: elaborar diagramas que evidenciavam relações importantes; recorrer a representações gráficas; verificar e interpretar as respostas e refletir sobre a plausibilidade; compreender distintas abordagens para a resolução de problemas; encontrar diferentes caminhos para a solução das questões propostas; aplicar a matemática já conhecida na resolução dos problemas apresentados.

Santos E. (2012) observou que trabalhar com algoritmos e programação favorece a aprendizagem matemática e o fazer matemática, pois a informática é construída sobre abstrações e "uma vez que se tenha aprendido a raciocinar de forma precisa sobre um determinado conjunto de abstrações, raciocinar sobre outras exige relativamente pouco esforço" (p. 178). Para a autora,

> a Informática envolve, toda ela, a construção, a manipulação e o raciocínio sobre abstrações, torna-se claro que um importante pré-requisito para o desenvolvimento de programas informáticos é a capacidade de lidar com abstrações de uma maneira precisa, como ocorre na Matemática. (SANTOS, E., 2012, p. 179)

Rodarte (2014), em sua dissertação de mestrado pela Universidade Federal de Lavras, verificou a aplicabilidade da robótica educacional como instrumento no processo de ensino-aprendizagem de ângulos e geometria plana para alunos do 7º ano do Ensino Fundamental. A pesquisadora observou que a robótica educacional desperta o interesse dos estudantes, pois as atividades possibilitam que eles explorem e vivenciem aprendizagens do cotidiano. Ainda promove o desenvolvimento do raciocínio, o trabalho em equipe, o compartilhamento dos conhecimentos, o protagonismo do aluno durante a aprendizagem e possibilita ao professor ser mediador do processo de ensino, superando assim o método tradicional de ensino da Matemática.

Mesmo com tamanho potencial, capaz de promover o processo de ensino-aprendizagem, afirmamos que não basta ter acesso à tecnologia educacional para se ter uma experiência bem-sucedida no ambiente escolar. A tecnologia em si não fará com que os alunos aprendam. São vários os fatores que irão interferir na qualidade da ação: currículo, ambiente de aprendizagem,

a pedagogia do ensino com a tecnologia, a formação do professor para o uso da tecnologia, entre outros. O mesmo ocorre com a robótica educacional. O professor tem um papel fundamental para o sucesso das experiências com as tecnologias, em especial, com a robótica educacional, na sala de aula (ALIMISIS, 2009; ANGEL-FERNANDEZ *et al.*, 2016). Rodarte (2014) relata sua aprendizagem:

> Pude perceber o quanto as tecnologias podem auxiliar o professor em sala de aula e contribuir para o processo de ensino e aprendizagem. Entretanto, observei que não é a inserção da tecnologia, por si, que altera as possibilidades de ensino e aprendizagem. Trata-se da forma com que se utilizam os recursos tecnológicos, numa perspectiva de mudança das práticas tradicionais e com a devida formação do professor para isso. [...] A convivência com a professora de Matemática me fez refletir que não basta apenas que a escola tenha estrutura, mas também que o docente almeje seu crescimento, inove suas aulas, deixe seus alunos participarem das aulas de forma que se supere o método de ensino tradicional de Matemática. (RODARTE, 2014, p. 56)

Campos (2005) observou que um dos fatores que dificulta o trabalho de robótica, no ambiente escolar, é a formação do professor.

> A dificuldade do professor em entender os conceitos de robótica e sua articulação com a construção do conhecimento em um ambiente que teoricamente se distingue do ambiente de sala de aula tradicional se faz, também, um obstáculo para a concretização dos objetivos propostos para a utilização deste espaço. (p. 135-136)

Em sua investigação com professores e alunos durante a implementação de um projeto de robótica educacional no currículo escolar, Campos (2005) observou que, mesmo que o projeto tenha sido implementado de cima para baixo, sem contar com a participação inicial dos professores na escolha da ferramenta, os docentes apresentaram mudança de postura, como pequenas alterações relativas ao tratamento com os alunos e maior aceitação ao projeto de robótica no currículo. Além disso, "os professores puderam experimentar situações de colaboração que contribuíram para melhorar a comunicação e o entendimento entre eles, e também com a equipe de apoio (coordenador, diretor e monitor)" (CAMPOS, 2005, p. 140). Os professores revelaram que, por meio do projeto de robótica, foi possível ensinar conceitos matemáticos de difícil assimilação pelos alunos e que estes estavam motivados e interessados em aprender.

Para Rocha (2006), o uso da robótica possibilita um ambiente fértil para aprendizagem, pois permite ao professor mediar as situações de ensino, negociar os conflitos, ouvir as diferentes propostas e opiniões dos alunos para solucionar os mesmos problemas e orientar de

forma racional e efetiva. O autor traz uma importante percepção para a formação de professores, pois, para ele, é preciso haver uma mudança na prática docente para se desenvolver atividades com robótica.

> Mudança de atitude do professor, que por sua vez refletirá na mudança de postura do aluno frente ao conhecimento. Tanto o professor quanto o aluno terão que mudar para compreender que o conhecimento não existe, a priori, pronto e acabado, faz parte do compromisso de ambos, participar na elaboração do mesmo. Diálogo e cooperação tanto entre os pares, quanto entre as disciplinas para que haja troca de ideias, dúvida e indagação que conduz à reflexão e à busca de uma teoria que fundamente a prática. (ROCHA, 2006, p. 52)

Curcio (2008) destaca que os professores enfrentam o difícil desafio de transformar o processo de ensino e aprendizagem em algo interessante para os alunos e, sobre isso, ressalta a importância da capacitação desses professores para o uso das tecnologias, em particular, da robótica educacional. Para ela,

> A robótica educacional é utilizada como tecnologia educacional, principalmente como uma nova ferramenta que se encontra à disposição do professor, por meio da qual é possível demonstrar, na prática, muitos conceitos teóricos, às vezes de difícil compreensão, motivando tanto o professor quanto, principalmente, o aluno. (CURCIO, 2008, p. 20)

Com relação à aprendizagem do professor durante a participação em projetos com robótica, César (2009) revelou que os docentes em formação continuada dominaram os recursos da robótica e aprenderam a construir seus próprios projetos, "articulando diversos conteúdos, como Matemática, Química, Física, Biologia, entre outras, trabalhando ativamente com seu objeto de interesse, agregando conteúdos escolares com práticas reais/concretas" (p. 115). Além disso,

> todos os envolvidos compartilham trabalho, informação e conhecimento, contribuindo para o capital intelectual de todo o grupo, além de desmistificarem a falácia de que soluções de baixo custo são soluções de baixa qualidade ou inviáveis. O "Produto" passa a ter importância a partir do "Processo" como um todo, instigando a criação de opiniões e o desenvolvimento do pensamento reflexivo, crítico e criativo. (CÉSAR, 2009, p. 115, grifos do autor)

Quanto à pesquisa no campo de estudo, Angel-Fernandez *et al.* (2016) realizaram uma revisão, do tipo estado da arte, sobre a robótica educacional desenvolvida em países da Europa, América, África e Ásia. Perceberam que a área está em evolução há mais de 30 anos. A revisão alcançou os últimos 10 anos de pesquisa em robótica educacional, com crianças entre 7 e 18

anos, envolvendo temas de ciências, tecnologia, engenharia e matemática. Destacam-se algumas conclusões: 1) as questões de investigação se concentram no interesse das crianças e jovens pela ciência a partir da experiência com os robôs. Alguns estudos realizam pré/pós-testes para averiguar se o trabalho com a robótica pode aumentar o conhecimento do conteúdo, enquanto outros verificam o desenvolvimento de habilidades necessárias para o século XXI; 2) A plataforma mais utilizada é a *LEGO® Mindstorms*, tanto como *hardware* quanto *software*; 3) A quantidade de participantes dos projetos de robótica varia entre 7 a 900 crianças e jovens; 4) Os resultados apontam que a robótica educacional pode aumentar o envolvimento e o interesse dos alunos em assuntos relacionados com ciências, tecnologia, engenharia e matemática; 5) A pesquisa na área carece de descrições detalhadas e estruturadas das atividades ou projetos com robótica que facilitem ser comparáveis ou replicáveis pelos professores e tutores (ANGEL-FERNANDEZ *et al.*, 2016).

Os resultados apontados até aqui mostram que a área está em crescimento no Brasil e no mundo; existem várias pesquisas sendo realizadas na Educação Básica; confirmam a expectativa de que a Robótica é um caminho viável para contribuir para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem da Matemática na Educação Básica. As pesquisas evidenciam a necessidade e a importância da formação de futuros professores para desenvolver atividades com robótica educacional.

3.2 ESTRATÉGIAS FORMATIVAS DE PROFESSORES COM ROBÓTICA EDUCACIONAL

Pouco se tem pesquisado quanto às contribuições da robótica na formação profissional do docente de Matemática, o que não significa necessariamente que não existam trabalhos de relevância nesse campo. Por mais que a Robótica Educacional esteja sendo usada timidamente na formação inicial de professores, percebemos que carece de investigações sobre o potencial dessa ferramenta nesse ambiente. Para compreendermos o cenário das pesquisas com robótica educacional no Brasil, realizamos uma pesquisa do tipo estado da arte. Essas pesquisas têm caráter bibliográfico, cujo foco é:

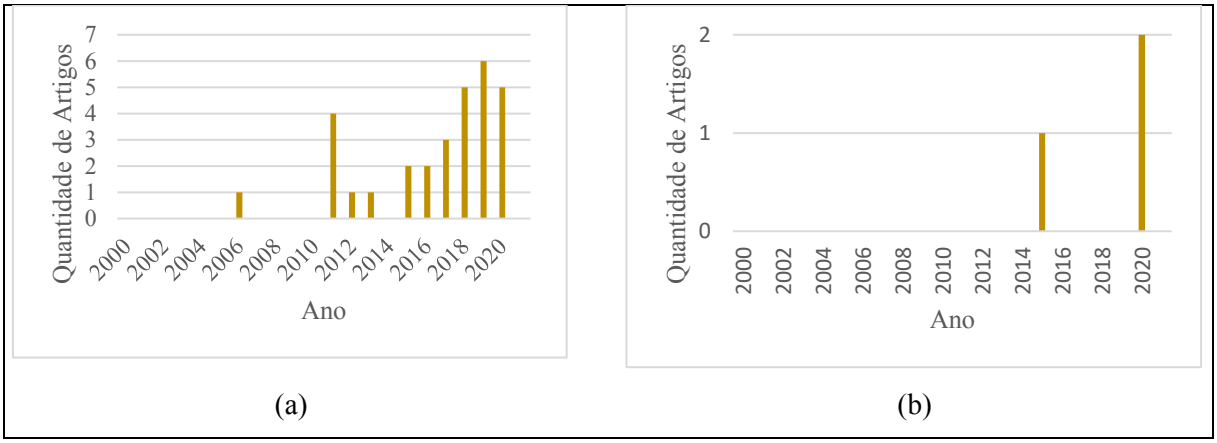
> **mapear** e de **discutir** uma certa **produção** acadêmica em diferentes campos do **conhecimento**, tentando **responder** que aspectos e dimensões vêm sendo destacados e privilegiados em diferentes épocas e lugares, de que **formas** e em que **condições** têm sido produzidas certas dissertações de mestrado, teses de doutorado, publicações em periódicos e comunicações em anais de congressos e de seminários. (FERREIRA, 2002, p. 258)

Com essa revisão sistemática foi possível mapear e discutir a produção de conhecimento sobre robótica educacional no contexto da formação de professores. Utilizando como direção as perguntas: qual a estrutura curricular para uma disciplina de robótica em um Curso de Licenciatura em Matemática? Quais conteúdos explorar? Qual metodologia deve ser adotada? Que tendências metodológicas podem complementar esse ambiente, de modo a potencializar o processo de ensino e aprendizagem da Matemática? Como essa ferramenta pode contribuir com o professor de Matemática no desenvolvimento de conhecimentos necessários para sua profissão?

Essas são algumas questões que ainda não foram amplamente exploradas no Brasil e que nos motivaram a desenvolver este estudo. A tese de Barbosa (2016) corrobora a afirmação de que há pouca produção acadêmico/científica brasileira a respeito do tema, uma vez que ele apresenta uma revisão bibliográfica de quase trinta trabalhos nacionais que tiveram a robótica educacional como objeto de investigação, em diferentes realidades escolares e públicos-alvo. Dentre os trabalhos desse período, destacamos seis, que envolveram públicos do Ensino Superior, de graduação ou de pós-graduação, e formação continuada de professores, que trazem contribuições importantes para esta pesquisa. Ressaltamos, portanto, que o estudo do estado da arte proposto por Barbosa (2016) é instigador para esta tese, pois é interessante entender as estratégias formativas utilizadas nessas pesquisas para a formação profissional no ambiente acadêmico.

Segundo Angel-Fernandez e Vincze (2018b), a robótica educacional tem sido citada por vários investigadores "como uma tecnologia com significativo potencial para impactar a educação" (p. 37, tradução minha). As pesquisas, tanto brasileiras quanto as desenvolvidas em vários países, indicam o potencial da robótica educacional no contexto da Educação Básica, porém, poucas investigações abordam o papel dos professores, a sua formação para implementar a robótica na sala de aula (ALIMISIS; KYNIGOS, 2009). Em uma busca pelos termos "*Education AND Robot AND Initial Teacher Education OR Pre-service*, na base de dados *Web of Science,* foram encontrados 30 artigos, em vários idiomas, em que aparecem os termos Educação e Robô e Formação inicial de professores. Existem poucas publicações sobre robótica educacional com foco na formação inicial de professores (Figura 12-a). No que se refere à formação inicial de professores de Matemática, buscamos pelos termos "*Education AND Robot AND Initial Teacher Education OR Pre-service AND Mathematics"* e foram encontradas apenas 3 publicações (Figura 12-b).

Figura 12 – Número de artigos, por ano, usando as palavras-chave a) "Education AND Robot AND Initial Teacher Education OR Pre-service"; b) "Education AND Robot AND Initial Teacher Education OR Pre-service AND Mathematics"



(a) (b)

Fonte: Elaborado pela Pesquisadora (22/02/2021).

Os dados indicam que ainda há muito que se pesquisar sobre o tema, o que justifica uma revisão de literatura para se compreender os avanços e retrocessos relativos às pesquisas na área de robótica educacional com foco na formação de professores. Essa revisão pode revelar a diversificação dos públicos-alvo, os materiais utilizados, as metodologias adotadas e os principais resultados alcançados. Em Barbosa (2016) identificamos seis estudos, no período de 2002 a 2013: Chella (2002), Labegalini (2007), Curcio (2008), César (2009), Pinto (2011) e César (2013). Após o acesso a todos eles, realizamos a leitura e revisão desses estudos. Na sequência, buscamos na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e Catálogo de teses e dissertações da CAPES, as dissertações e teses brasileiras que tratassem do tema, com ênfase nas palavras-chave: robótica educacional; formação de professores; graduação; licenciatura; isoladas ou conjugadas, para o período de 2014 a 2020. Nesse período foram encontrados os estudos: Stroeymeyte (2015), Santos (2016), Luciano (2017), Mahmud (2017), Silva (2017), Alexandrino (2017), Maciel Junior (2017), Varela (2017), Passos (2017), Silva Júnior (2019), Oliveira (2019) e Silva (2020). Ao todo foram analisados dezoito estudos, no período de 2002 a 2020, cuja síntese dos elementos centrais consta do Apêndice A. A seguir, passamos à análise desses estudos.

A pesquisa de Chella (2002) é a interseção entre os estudos que envolvem professores e alunos do Ensino Fundamental, apesar do investigador ter incluído alunos de outros níveis de ensino. Ele desenvolveu sua pesquisa com o objetivo de implementar um Ambiente de Robótica Educacional (ARE) para propósitos educacionais. O ARE é composto por um conjunto de aplicativos e componentes de *hardware*, "por meio do qual o aprendiz tenha a oportunidade de manusear concretamente ideias e conceitos, dentro de um contexto que estimule a multi e

interdisciplinaridade, dando-lhe o controle sobre a elaboração do seu próprio conhecimento" (CHELLA, 2002, p. 13). Além disso, foi implementado o Ambiente de Telerobótica, que permitiu aos usuários, dispersos geograficamente e utilizando a internet, controlar dispositivos robóticos remotamente, "propiciando, a pessoas e grupos que não disponham de laboratórios equipados com conjuntos para robótica a possibilidade de programar e controlar dispositivos robóticos" (CHELLA, 2002, p. 119).

Inicialmente, o ARE foi aplicado a um aluno do curso de Mecatrônica da Unicamp, cujo projeto de iniciação científica era sobre dispositivos robóticos, "no qual se propunha o desenvolvimento de um dispositivo automatizado, para efetuar a classificação de produtos por meio do reconhecimento de cores" (CHELLA, 2002, p. 121). Com essa primeira experiência, foi possível "testar hipóteses, projetar, desenvolver algoritmos e elaborar protótipos [...]" (CHELLA, 2002, p. 123). Como segunda experiência, o ARE foi implementado aos alunos de duas turmas do Curso de Pós-Graduação em Informática Aplicada à Educação, da Faculdade de Administração e Informática de Santa Rita do Sapucaí, Minas Gerais, que participaram das atividades e desenvolveram vários projetos de robótica, por meio da disciplina de Robótica Educacional, com duração de 30 horas.

O grupo se diferencia em sua constituição, sendo composto por "professores de Ensino Fundamental das redes pública e particular, diretores de escola, coordenadores pedagógicos e professores que trabalham com alunos portadores de necessidades especiais" (CHELLA, 2002, p. 124). A disciplina de Robótica Educacional tem o objetivo de discutir com os participantes "os fundamentos da aplicação da robótica em contextos educacionais e propiciar meios para que eles desenvolvam atividades práticas, o que inclui a montagem e programação de dispositivos robóticos" (CHELLA, 2002, p. 124). A disciplina abordou os seguintes tópicos:

> Fundamentos e conceitos da robótica aplicada à educação; A linguagem Logo, aspectos pedagógicos e computacionais; Apresentação do SuperLogo; Prática na programação do SuperLogo no modo gráfico; Controle de motores e sensores com o SuperLogo; Desenvolvimento de projeto prático com robótica. (CHELLA, 2002, p. 124)

Observou-se inicialmente que os participantes não possuíam conhecimentos específicos sobre robótica educacional e suas aplicações no processo de ensino-aprendizagem, além de se mostrarem apreensivos quanto à sua capacidade para executar os projetos propostos e quanto à utilização e aplicação desses protótipos nas diferentes áreas em que atuavam. Com a disciplina, os participantes "puderam perceber que os recursos disponíveis propiciam meios para o desenvolvimento das mais variadas aplicações" (CHELLA, 2002, p. 125), além de adquirir

fluência e segurança, que possibilitaram a construção e programação de um protótipo, baseado em algum tema relacionado à sua prática docente.

Quatro outras oficinas foram desenvolvidas durante a pesquisa, duas para turmas com 30 alunos com idades entre 11 e 15 anos, de duas escolas estaduais, utilizando os laboratórios de informática dessas escolas, nos quais tiveram acesso ao conjunto de aplicativos e componentes de *hardware* do ARE no modo remoto, por meio do Ambiente Telerobótico. Após constatarmos que todo o sistema proposto estava funcionando, foram realizadas outras duas oficinas de Telerobótica, com a colaboração do primeiro usuário do ARE, na Organização dos Estados Americanos da Argentina, com grupos de alunos argentinos.

Chella (2002) concluiu que, ao adotar essa metodologia, é possível abordar de forma concreta, contextualizada e interdisciplinar, diferentes conceitos nas atividades práticas de sala de aula, e que o acesso remoto possibilitou formar comunidades de aprendizagem dispersas geograficamente, que se comunicam, trocam informações e controlam os dispositivos robóticos.

Na categoria que envolve professores e alunos do Ensino Fundamental, tem-se a pesquisa de Labegalini (2007), inserida no "Projeto Cri@tividade" – criado em convênio técnico/científico com a Secretaria Municipal de Educação do Paraná, "no qual procura-se auxiliar o professor a integrar gradativamente a tecnologia nas suas atividades pedagógicas, neste caso específico, o uso do Lego/Robótica em sala de aula" (LABEGALINI, 2007, p. 13).

O que motivou a autora a realizar essa pesquisa foi o fato de a SME constatar que, apesar dos *kits* de Robótica estarem presentes em várias escolas da rede, desde 2003, e de aproximadamente sete mil professores já terem recebido a capacitação para a utilização de recursos tecnológicos na sala de aula, inclusive o Lego/Robótica, esses recursos não estavam sendo utilizados pelos docentes. "Os professores sentem-se inseguros na aplicação dos recursos tecnológicos, uma vez que só este conhecimento parece não bastar" (LABEGALINI, 2007, p. 14), além do "próprio contexto organizacional de algumas escolas, que não mantêm um ambiente compatível para a integração da tecnologia no ensino" (LABEGALINI, 2007, p. 18).

Assim, a autora propôs-se a investigar "Como as sugestões propostas na Revista de Educação Tecnológica *Zoom* podem ser inseridas na sala de aula das escolas da rede pública quando da utilização do LEGO/Robótica?" (LABEGALINI, 2007, p. 19). A pesquisa apresenta um estudo sobre essas revistas, os conteúdos programáticos e atividades propostas para cada ciclo e faixa etária. A metodologia adotada pela pesquisadora foi:

> A **Formação** constituiu um período de 40 horas oferecido aos participantes: três professores e o pesquisador junto à EDAcom, que é a fornecedora dos *kits* e que foram registradas no diário de bordo pelo pesquisador.
> O **Planejamento** elaborado pelos professores e o pesquisador definiu os objetivos e seleção de estratégias.
> A **Execução** constituiu-se na aula propriamente dita, seguindo os passos da metodologia sugerida pela Revista de Educação Tecnológica Zoom.
> A **Análise dos fatos** foi o momento posterior à aula, onde os professores elaboraram pareceres, também chamado de diário de bordo do professor.
> Para **Avaliação** foram promovidos encontros periódicos dos professores para re-alimentação do processo, onde ocorreram sugestões de encaminhamentos para adequação ao contexto. O pesquisador também registrou dados no diário de bordo do pesquisador. (LABEGALINI, 2007, p. 102)

Os três professores atuavam nos anos iniciais do Ensino Fundamental e realizaram as atividades de robótica para 92 alunos numa escola da rede municipal. Ao longo das ações, cinco monitores, alunos de séries mais avançadas foram inseridos na equipe para auxiliar os professores na execução da proposta, trabalhando no contraturno. A autora concluiu que os professores fazem pouco uso das revistas disponíveis. As razões dadas ao pouco ou nenhum uso desse material diz respeito ao tipo de tarefa proposta nas revistas, pois "elas sugerem muitas atividades de recorte, o que se torna inviável, afinal, não existe uma revista para cada aluno; falta de tempo para a utilização das mesmas, entre outros fatores" (LABEGALINI, 2007, p. 128).

Ademais, tais professores não utilizaram a Revista *Lego Zoom* integralmente com os alunos, "apenas selecionou-se os conteúdos relevantes próximos aos objetivos do professor, o que comprova que não há uma disposição por parte destes educadores para inovar o seu processo de ensino/aprendizagem" (LABEGALINI, 2007, p. 129). A esse respeito,

> A responsabilidade de construção de um ambiente de aprendizagem nessa pesquisa recai sobre os professores e alunos. Em termos de tecnologias e recursos, o sistema educacional tinha boa estrutura, as revistas de robótica poderiam ter sido melhor aproveitadas, mas faltou empenho dos professores, como por exemplo, seguir as sugestões da revista. (BARBOSA, 2016, p. 59)

Curcio (2008) teve como objetivo, em sua dissertação, "apresentar uma metodologia adequada à utilização da robótica educacional" (p. 5). Ela destaca que o uso de *kit* de baixo custo oferece liberdade de criação devido à facilidade de substituir as peças e motores. Além disso,

> A construção do conhecimento não ocorre apenas por meio da utilização dessa tecnologia, mas sim pelo papel fundamental que o professor exerce ao tentar conhecê-la, dominá-la e aplicá-la com os alunos. Dessa forma, nenhuma

> tecnologia substitui o saber e o encantamento do professor. (CURCIO, 2008, p. 9)

Curcio (2008) realizou seu estudo em parceria com a Prefeitura Municipal de Paranaguá, envolvendo escolas da Rede Municipal de Ensino, da Educação Infantil ao Ensino Fundamental. Segundo a autora, ao elaborar um método para utilizar a robótica educacional como ferramenta para auxiliar o ensino de diferentes ciências e conteúdos, primeiramente deve-se desenvolver a capacitação da equipe docente, de preferência com turmas multidisciplinares de professores, e por fim, realiza-se a prática com os alunos, com a implementação de projetos educacionais. Ela desenvolveu as seguintes ações: capacitação, requisitos técnicos, desenvolvimento da mecatrônica e aplicação prática.

A capacitação da equipe foi realizada para dois grupos, constituídos por profissionais especializados e professores, para que estes conhecessem o método, o material didático e a metodologia escolhida. Para a formação dos profissionais, o método proposto incluiu um "treinamento dos profissionais envolvidos no projeto e contratação de equipe de pedagogos e engenheiros da informação e computação, formando-se uma equipe multidisciplinar para a realização das capacitações" (CURCIO, 2008, p. 34).

O outro grupo constituído por professores do Ensino Fundamental de várias disciplinas recebeu a capacitação da equipe de profissionais. Participaram 40 professores em dois anos de projeto. Como não foram exigidos conhecimentos prévios de informática, robótica ou eletrônica, a capacitação dos professores incluiu um módulo de oito horas de Informática Básica, e outro, de 24 horas, de Robótica Educacional. Os módulos do curso incluíram o material didático específico, contendo tutoriais detalhados e ilustrados dos projetos que os professores e, posteriormente, também os alunos, deveriam "obedecer para a construção das maquetes, programação do *software*, conexão da interface e execução dos comandos" (CURCIO, 2008, p. 32).

Os professores foram divididos em grupos, respeitando a definição dos papéis: programador, relator, organizador e construtor, intercalados a cada aula. Os docentes observaram como deveria ser organizada a sala, os grupos e a distribuição das tarefas e responsabilidades dos membros da equipe.

> Ao final do módulo de robótica educacional os professores são orientados a escolher um conteúdo, desenvolver o projeto e construir a maquete. O objetivo desta construção é fazer com que o professor reconheça conteúdos, planeje e execute as atividades com os alunos, assim prevendo materiais, espaços e a organização dos trabalhos a serem realizados. (CURCIO, 2008, p. 35)

A capacitação dos docentes aconteceu no período de oito meses letivos, com duas aulas semanais e, concomitantemente, "os professores desenvolveram trabalhos interdisciplinares e multidisciplinares com os alunos utilizando a robótica educacional como recurso para trabalhar conteúdos curriculares" (CURCIO, 2008, p. 46). Após a aplicação prática com os alunos, foram realizados dois concursos temáticos de Robótica Educacional, com a aplicação do método, a fim de motivar professores e alunos das escolas a utilizarem essa tecnologia. A pesquisadora concluiu que

> A integração da robótica com o processo de ensino sugere a elaboração de métodos de aplicação baseados numa estrutura teórica, e enfatiza aspectos importantes ao profissional de educação, especialmente no que se refere à formação continuada, às novas tecnologias educacionais e ao aluno, que desenvolve a habilidade para analisar diferentes aspectos, questionar posturas e ações, organizar-se, adaptar-se a novas situações e solucionar problemas. (CURCIO, 2008, p. 75)

No entanto, Curcio (2008) adverte que ainda existe pouco referencial teórico-metodológico disponível para o uso da robótica educacional no ensino, e esse pouco material acaba não chegando ao conhecimento dos professores e alunos. Para a autora, algumas das dificuldades para a utilização e implantação da robótica educacional nas escolas brasileiras são: a falta de metodologias, os custos elevados de alguns materiais, a falta de capacitação docente e a ausência de materiais didáticos que auxiliem na aplicação.

Outra pesquisa relevante é a de César (2009), cujo objetivo foi

> analisar as potencialidades e limites da Robótica Pedagógica Livre no processo de (re)construção de conceitos científico-tecnológicos na formação de professores a partir do desenvolvimento de artefatos robóticos, na perspectiva da filosofia de *softwares* e hardwares livres. (p. 7, grifo meu)

César (2009) implementou um ambiente dinâmico de Robótica Pedagógica com soluções livres. Participaram da oficina de robótica (40 horas) dezessete professores em formação, de um curso de Pedagogia, professores em exercício nas escolas públicas da rede do Município de Salvador. Esse projeto se diferenciou dos demais da época, pois a maioria utilizava *kits* padronizados, enquanto esse partiu para soluções livres de *softwares* (Linux23 e seus aplicativos) e para a "utilização de sucata de equipamentos eletroeletrônicos como material para a construção de artefatos robóticos" (CÉSAR, 2009, p. 38). De fato, dentre os trinta resultados de pesquisas revisados por Barbosa (2016), apenas dez utilizaram materiais livres, sendo que um deles trabalhou também com *kit* proprietário.

Todavia, César se preocupou com o ensino e aprendizagem, buscando analisar as potencialidades e limites de um ambiente de ensino e aprendizagem de Robótica Pedagógica Livre (RPL) na (re)construção de conceitos científico-tecnológicos por professores em formação, através da elaboração de protótipos robóticos. César buscou compreender

> não apenas as matérias-primas, as ferramentas, as máquinas e os produtos, como também o produtor. As atividades de elaboração, construção de dispositivos, programação, testes e avaliações constituem-se, então, na chave para a aquisição de competências por parte das pessoas envolvidas. Antes, importam aqui as pessoas. Nesse caso, cabem perguntas do tipo: de que forma o desenvolvimento de artefatos robóticos pode beneficiar a construção do conhecimento? Que relação pode ser feita entre Robótica e democratização do conhecimento? (CÉSAR, 2009, p. 23)

Destarte, o pesquisador priorizou uma metodologia de trabalho que favorecesse a cooperação, a colaboração e a construção do conhecimento entre os professores. Por meio do trabalho com projetos, construíram um *kit* básico de RPL e um artefato robótico, durante um semestre letivo. Foram apresentadas e discutidas as seguintes etapas:

> a sensibilização do grupo (meio ambiente e lixo tecnológico), temas geradores para o projeto, o processo de formação (informática, eletricidade e eletrônica básica), as experimentações com o material retirado do lixo tecnológico (verificação de funcionamento dos componentes eletrônicos), o planejamento do projeto, a montagem do *kit* básico de Robótica Pedagógica Livre e do artefato robótico e a avaliação. (CÉSAR, 2009, p. 63)

César (2009) observou que os professores não apresentavam conhecimentos prévios de informática básica. Eles "não sabiam ligar o computador e desconheciam as funcionalidades das suas partes – gabinete (CPU), monitor, *mouse* e teclado" (CÉSAR, 2009, p. 112). Ademais, desconheciam procedimentos básicos como instalação de um *software* "e não apresentavam conhecimentos científico-tecnológicos sobre os LEDs, resistores, números binários, algoritmos, placas de circuito impresso e soldagem" (CÉSAR, 2009, p. 112).

Sendo assim, foi necessário todo um processo de formação e construção dos conceitos científico-tecnológicos para o desenvolvimento das atividades propostas. Observou-se ao final que "a participação ativa do educando na construção e controle de seus objetos de desejo faz com que o mesmo se sinta parte do processo e do meio em que vive, ampliando seus conhecimentos através das relações horizontais que se estabelecem no grupo" (CÉSAR, 2009, p. 115).

No entanto, o pesquisador alerta para a necessidade de investimento na formação científico-tecnológica dos professores, tanto inicial quanto continuada, para que eles consigam

travar discussões em sala de aula a respeito dos processos de transformações tecnológicas que estão ocorrendo no cotidiano de seus alunos, além de ressaltar a falta de livros didáticos que abordem o tema da Robótica Pedagógica. Para ele, "ter acesso aos computadores não é o bastante se não sabemos como utilizá-los adequadamente", o professor "deveria ser capaz de tratar as informações referentes ao(s) *software*(s) e transformá-las em conhecimento" (CÉSAR, 2009, p. 113).

A pesquisa de Pinto (2011) teve como objetivo "o desenvolvimento e [a] aplicação de um curso de robótica educacional com elementos de baixo custo e utilização de hardware livre, norteado por uma arquitetura pedagógica interativa" (p. 23), que resultou no curso de formação continuada para professores de escolas públicas do Estado do Rio de Janeiro, utilizando componentes de baixo custo e *hardware* livre. Essa pesquisa foi norteada por uma arquitetura pedagógica interativa e uma arquitetura tecnológica. O pesquisador investigou as seguintes questões:

> Hipótese 1: Será possível, com a aplicação de um curso semipresencial seguindo uma arquitetura pedagógica interativa em camadas, realizar a formação de professores em robótica educacional?
> Hipótese 2: O uso do hardware livre Arduino como alternativa de baixo custo para kits de robótica educacional será realmente acessível para escolas públicas do Estado do Rio de Janeiro? (PINTO, 2011, p. 23)

Para sensibilizar os professores a participarem do curso de robótica educacional utilizando materiais de baixo custo, o pesquisador realizou duas oficinas em encontros com docentes. O curso foi realizado na modalidade semipresencial para uma turma com dezessete e outra, com dezoito participantes. Esses participantes eram professores ou professores multiplicadores atuantes em núcleos de tecnologia do Estado do Rio de Janeiro ou outros municípios. O curso teve duração de doze semanas e se dividiu em dois eixos norteadores: o pedagógico e o tecnológico. O eixo tecnológico tem relação com os recursos de *hardware* (computadores, componentes eletrônicos novos ou sucata, placa de prototipagem eletrônica) e de *software* necessários para a execução do curso, sendo o "ambiente virtual de aprendizagem apropriado para acompanhamento do curso à distância e um ambiente de desenvolvimento para programação da placa de prototipagem eletrônica" (PINTO, 2011, p. 85).

Nesse eixo, o pesquisador utilizou a estrutura do projeto LabVad[22], que possui foco nas atividades experimentais, tanto na modalidade presencial quanto na modalidade a distância

[22] O LABVad (Laboratório Virtual de Atividades Didáticas) iniciou suas atividades em 2008, como uma pesquisa interdisciplinar realizada pelo Grupo de Pesquisa de Informática Aplicada à Educação (GINAPE) do Núcleo de Computação Eletrônica da UFRJ.

(laboratórios remotos). Assim, foram disponibilizadas atividades laboratoriais remotas aos professores, para vivenciarem a experimentação de situações de robótica a distância.

O outro eixo norteador da pesquisa, o eixo pedagógico, levou em conta o planejamento e organização do curso de Robótica Educacional e os componentes utilizados. Assim,

> A característica remota do projeto LabVad e a intenção de colocar o professor no centro do processo educacional, levaram a uma proposta de uma arquitetura didática interativa, balizada pelo ensino à distância (EAD), para formação de professores e produção de atividades didáticas. Esta arquitetura pedagógica, que deve propiciar um ambiente favorável para uma autoria coletiva de atividades didáticas, é denominada de Modelo Hierárquico de Interatividade em três camadas (MHI-3C). (PINTO, 2011, p. 74)

Na camada Pesquisador-Professor, pesquisador e docentes participantes se envolveram em discussões nos ambientes propostos, sejam virtuais, por meio do AVA, ou nos encontros presenciais. Ocorreram reflexões teóricas, propostas no AVA, acerca das tecnologias no contexto da educação, e foram realizadas oficinas de Robótica, nas quais os docentes tiveram atividades práticas utilizando os "dispositivos eletroeletrônicos e programação para placa de prototipagem eletrônica Arduino (*hardware* livre)" (PINTO, 2011, p. 83), além do suporte Robótica, que ocorreu na forma de fórum de discussões para auxílio nas dificuldades encontradas na elaboração das atividades práticas com robótica educacional.

Na camada Professor-Professor, baseados nos estudos de robótica educacional realizados na camada anterior, os professores participantes do curso discutiram entre si propostas de atividades didáticas com robótica educacional. Os professores foram divididos em grupos e cada grupo deveria apresentar a sua proposta. Continuaram acontecendo nessa camada o suporte de Robótica e as discussões teóricas. Já na camada Professor-Aluno, os professores deveriam aplicar as atividades propostas por eles na camada anterior, nas escolas em que trabalham, junto aos seus alunos. Apenas quinze docentes desenvolveram a atividade na sala de aula com seus alunos (crianças, adolescentes, adultos ou professores e profissionais que trabalham com alunos). Os resultados encontrados foram discutidos no fórum do AVA.

O pesquisador concluiu que o modelo estruturado de interatividade utilizado no curso "contribuiu para que este tivesse um caráter dinâmico com participação ativa dos professores em suas três camadas de interação: com o pesquisador, com seus pares e com seus alunos" (PINTO, 2011, p. 126). Ademais, ocorreu o efeito multiplicador (aprender e ensinar) do curso, o que motivou os professores durante o trabalho. O fato do curso ser semipresencial influenciou na adesão dos professores e o uso do *hardware* livre Arduino foi "importante para que os professores tomassem ciência sobre possibilidades de instrumentalização de recursos para

robótica educacional, acessíveis tanto em custo como em complexidade de programação" (PINTO, 2011, p. 126).

Na interseção entre as pesquisas que envolveram professores e alunos do Ensino Fundamental e médio, tem-se a de César (2013), como continuidade de sua pesquisa de mestrado. O pesquisador investigou as oficinas de Robótica Pedagógica Livre (RPL) (sendo sete no total) em um Espaço Multirreferencial de Aprendizagem (EMA): UNEB (Salvador/BA) – 2009/2010 e *Universidad de la República*/UY (*Taller de Arte y Programación* – TAP) – 2010, em que propôs uma metodologia para difusão do conhecimento sobre a RPL.

As oficinas contemplaram 38 futuros professores de várias áreas de conhecimento: Ciências Exatas e da Terra, Ciências Humanas, Ciências da Saúde, Ciências Sociais Aplicadas, Engenharias, Linguística, Letras e Artes, além de 133 estudantes de Ensino Fundamental e Médio. "Os futuros educadores (os educandos) das duas oficinas se tornaram os formadore(a)s de formadore(a)s, ou seja, os educandos deixaram de ser participantes da oficina para assumir o papel de educadores em atividades/projetos posteriores as oficinas" (CÉSAR, 2013, p. 25).

O objeto de estudo consistiu na "*construção de uma metodologia de difusão do conhecimento sobre/para a RPL, (re)visitando, em sua estrutura, a própria experiência vivenciada pelos atores, de maneira a garantir a formação de formadore(a)s para a produção e a democratização do conhecimento.*" (CÉSAR, 2013, p. 28, grifos do autor).

Essas oficinas previam que os atores fossem posteriormente multiplicadores das propostas e das aprendizagens adquiridas sobre RPL e assim, passassem de coadjuvantes a protagonistas dos seus projetos. Para o autor,

> O processo de multiplicação é uma estratégia de ensino e de aprendizagem que visa a estender a formação dos educandos para além dos saberes, dos conteúdos, práticas e práxis pedagógicas aprendidas e apreendidas no contexto escolar. É nesse processo que os educandos (res)significam, replicam e difundem ideias/atividades/projetos, que foram significativas, em outros espaços de aprendizagem; é o momento de emancipação sociodigital em que os atores (re)pensam, refletem as suas experiências de aprendizagem e democratizam o conhecimento fora e dentro dos espaços escolares. (CÉSAR, 2013, p. 27)

Desse modo, segundo César (2013), ao multiplicar o conhecimento com o outro, novos conhecimentos são construídos, o que dá um movimento "cíclico" de construção do conhecimento. Assim,

> Pelas análises foi possível perceber que as atividades das oficinas de RPL provocaram nos educandos experiências emancipatórias na medida em que, diante das dificuldades vivenciadas pelos educandos durante a sua formação,

> eles relataram a superação de medos, angústias, inseguranças, entre outras emoções que dificultavam sua saída do espaço de acomodação [...].
> Dessa forma, a RPL cabe compartilhar experiências de ensino e de aprendizagem para emancipação sociodigital no EMA, de forma a orientar práxis e práticas pedagógicas em outros contextos educacionais. Vale lembrar que a emancipação dos educandos ocorre o tempo todo no processo de aprendizagem, da apropriação a (res)significação das experiências vivenciadas. (CÉSAR, 2013, p. 157)

Com essa metodologia, César (2013) trouxe novos caminhos para a formação de professores com e para a RPL, a partir da valorização dos saberes "científicos e populares" dos formadores, da emancipação desses sujeitos, capacitando-os para transformar o processo de ensino e aprendizagem. Ademais, ele destaca que o papel do educador nesse contexto não é o de transmitir conceitos, mas também o de "propor atividades que tenham condições de despertar a curiosidade dos educandos, levando-os a enfrentar desafios, a fazer perguntas, procurar respostas, motivá-los nas atividades de RPL." (CÉSAR, 2013, p. 159).

Por fim, César (2013) elenca alguns pontos sobre a metodologia de ensino e de aprendizagem, aqui destacados por serem pertinentes a este estudo:

> • O desenvolvimento de estratégias de ensino e de aprendizagem para a interação entre os educandos, permitindo a troca do conhecimento;
> • Educadores e educandos aprendem juntos e assumem papéis diferentes ao longo das atividades da RPL;
> • As atividades da RPL incentivam a cooperação, a colaboração, a resolução de problemas, as possibilidades de acertos e erros e a construção de conhecimentos;
> • Educadores e educandos fazem juntos avaliações e reflexões contínuas sobre a práxis e prática pedagógica da RPL;
> • A aprendizagem, o desenvolvimento cognitivo e a emancipação sociodigital ocorrem através das experiências de cooperação e de colaboração entre educandos nas atividades da RPL. (CÉSAR, 2013, p. 160)

Stroeymeyte (2015) procurou responder às questões: "qual a contribuição das TDIC para o desenvolvimento da Alfabetização Científica[23]? Como a robótica enquanto TDIC integrada ao currículo pode contribuir para a Alfabetização Científica?" (p. 17). A sua pesquisa objetivou

> investigar a articulação entre o Currículo de Ciências da Natureza do Estado de São Paulo e os temas das tecnologias (robótica educacional) para a proposição de um programa de formação de professores com foco no ensino

[23] A Alfabetização Científica é compreendida pela autora como a "formação do cidadão crítico, capaz de reconhecer as questões científicas nos afazeres do seu cotidiano e nas temáticas da sociedade. Uma vez reconhecidas às questões onde a Ciência está envolvida este cidadão alfabetizado cientificamente deve ser capaz de analisar, refletir e se posicionar atuando em defesa de seus interesses e dos interesses de sua comunidade". (STROEYMEYTE, 2015, p. 48)

> investigativo e no desenvolvimento da Alfabetização Científica. (STROEYMEYTE, 2015, p. 18)

Primeiramente, a pesquisadora realizou uma pesquisa documental e bibliográfica para compreender os referenciais teóricos. Na sequência planejou, desenvolveu e aplicou um curso de formação sobre o uso da robótica educacional para professores da Secretaria de Estado da Educação de São Paulo, que ministram a disciplina de Tecnologia e Sociedade, que faz parte do currículo escolar dos anos finais do Ensino Fundamental. O objetivo dessa disciplina é desenvolver a robótica educacional aplicada ao ensino de Ciências.

Participaram do curso 77 professores de várias disciplinas, como Artes, Biologia, Ciências, Educação Física, Física, História, Geografia, Filosofia e Sociologia, Língua Portuguesa, Matemática e Química. O curso de formação foi realizado em três dias, totalizando 24 horas, sendo dividido em três momentos:

> 1) Desenvolvimento de atividades voltadas aos eixos temáticos do currículo de Ciências que exploram o funcionamento do equipamento, possibilitando o entendimento de seu princípio e sua aplicação na robótica;
> 2) Orientações pedagógicas quanto ao processo de desenvolvimento dos projetos dos alunos, abordando as competências gerais do currículo e as etapas de desenvolvimento dos projetos, desde a escolha do tema até a construção do protótipo;
> 3) A elaboração de um pequeno projeto prático, envolvendo uma situação ou questão do seu cotidiano, da comunidade ou da sociedade e um eixo do currículo de Ciências. (STROEYMEYTE, 2015, p. 63)

Utilizando a plataforma Arduino, o conteúdo do curso compreendeu:

> 1) História da robótica e suas aplicações na educação; 2) A definição de um robô; Os elementos que constituem um robô; 4) Áreas de aplicação da robótica e sua relação com os eixos temáticos do currículo de Ciências; 5) Orientações pedagógicas compreendendo as competências gerais do currículo de Ciências e o conceito de Alfabetização Científica. (STROEYMEYTE, 2015, p. 63)

Dos participantes do curso de formação, foram selecionados 26 professores com aulas na disciplina Tecnologia e Sociedade para participar da investigação. A autora realizou o acompanhamento e análise qualitativa acerca da formação continuada sobre o desenvolvimento das ações de robótica educacional no ensino de Ciências, nos anos finais do Ensino Fundamental.

> Após concluírem a formação presencial os professores passarão por um acompanhamento a distância em que o professor receberá orientações por meio de documentos e terá como recurso de apoio no desenvolvimento das aulas atividades em que os alunos desenvolverão em um ambiente virtual, mas

> de forma presencial durante as aulas da disciplina Tecnologia e Sociedade. (STROEYMEYTE, 2015, p. 82)

A investigadora concluiu que, desenvolvendo um ensino por meio da investigação, o uso da robótica no ensino de Ciências possibilita desenvolver a alfabetização científica dos alunos e possui potencial para promover uma educação emancipadora, na qual o aluno realiza observações, levanta hipóteses, elabora experimentos, analisa dados e os relaciona a teorias (STROEYMEYTE, 2015). Mas ressalta que o professor é fundamental nesse processo, "se o professor não for alfabetizado cientificamente, o desenvolvimento do trabalho com os alunos poderá ficar comprometido" (p. 110-111).

Sobre os projetos elaborados pelos professores ao final do curso de formação, foi possível perceber que os docentes exploraram os sensores e dispositivos para responder "problemas do cotidiano escolar relacionados à organização da escola" (p. 111) e que eles compreendem a importância da relação entre o ensino e a realidade. "Os projetos estão muito atrelados a uma abordagem mais tradicional, embora é importante levar em consideração que vivenciaram uma situação de formação e não planejamento de sua prática cotidiana" (STROEYMEYTE, 2015, p. 111).

Santos (2016) procurou responder "Quais visões de ciência e tecnologia têm os licenciandos em Física da UFRPE e quais as implicações dessas visões na prática pedagógica em contato com a robótica educacional?" (p. 16). Para isso, a pesquisa pretendeu "Analisar visões de Ciência e Tecnologia de Licenciandos em Física e suas implicações na prática pedagógica quando utilizam a robótica educacional" (p. 16).

Participaram da pesquisa oito estudantes do curso de Licenciatura Plena em Física, matriculados na disciplina de Prática do Ensino da Física I. Foram realizadas diferentes atividades, envolvendo os *kits Lego Zoom* e a robótica livre com Arduino. A metodologia foi organizada em cinco etapas, utilizando a Teoria dos Construtos Pessoais (TCP)[24], ou melhor, o Ciclo da Experiência de Kelly (CEK): a antecipação, o investimento, o encontro com o evento, a confirmação ou refutação e a revisão construtiva. A antecipação (4 aulas) foi o momento de realizar o convite aos participantes da pesquisa e das entrevistas iniciais. Foram propostas as leituras de textos e solicitados a assistir vídeos problematizando o uso do laboratório didático, o ensino de Física e o ensino por investigação. O investimento (4 aulas) foi a ocasião de discutir sobre o que foi lido e visto, "apresentar a robótica educacional dentro de contexto histórico-

[24] O autor compreende por "construto uma hipótese que elaboramos para explicar os eventos da vida" (SANTOS, 2016, p. 77). Esses eventos são dicotômicos, como alto e baixo, quente e frio.

social, bem como sua aplicação e importância na sala de aula" (SANTOS, 2016, p. 86) e de realizar entrevistas. O encontro (6 aulas) foi o momento de explanar o contexto histórico e social do surgimento da robótica, os percursos dessa área de estudos e aplicações. Os licenciandos realizaram uma tarefa com um robô montado e programado previamente pelo pesquisador. Ao final, construíram e programaram um outro robô e elaboraram "uma proposta de aula, com o objetivo de avaliar o alinhamento de atividades propostas para uma sala de aula com as ideias de ciência, tecnologia e robótica educacional no ensino de Física" (p. 89-90). A confirmação ou refutação das hipóteses (2 aulas) foi realizada a partir de entrevistas para a retomada das perguntas iniciais da pesquisa. Na revisão construtiva (2 aulas), as atividades foram apresentadas pelos licenciandos e realizada a avaliação dos encontros.

Após análise dos dados, o pesquisador observou que vários licenciandos apresentavam construtos relacionados a visões reducionistas a respeito de ciência e tecnologia, como a visão descontextualizada e a visão algorítmica e infalível, que acreditam "que o conhecimento para ser considerado científico deveria seguir padrões rígidos na sua concepção" (SANTOS, 2016, p. 121). Com os encontros (18 aulas), os licenciandos foram provocados a refletir sobre sua formação, sobre o que foi lido, visto e discutido e, consequentemente, sobre o tipo de ensino desenvolvido na Educação Básica. Essas reflexões levaram a uma considerável mudança de construtos. "Boa parte deles substituíram construtos que indicavam uma possível visão reducionista, para construtos que apontam para uma visão contemporânea de ciência e tecnologia" (p. 122). Essa visão contemporânea prioriza o "ensino por investigação, a contextualização de conteúdos, a problematização e consequente interação entre os sujeitos na resolução de problemas" (p. 122).

> É importante salientar que a robótica nesse trabalho foi utilizada por haver em sua constituição elementos científicos e tecnológicos com os quais os estudantes tiveram contato e consequentemente puderam refletir sobre as ideias de ciência e tecnologia de forma prática. O reflexo disso pôde ser observado na elaboração de atividades no fim do ciclo, que em alguns casos houve a proposição de pequenas investigações e mediação de conceitos a partir do contato com a robótica educacional. (SANTOS, 2016, p. 123)

O autor conclui que o uso de recurso tecnológico na sala de aula vai depender de vários fatores, como a formação científica e tecnológica do professor para planejar bem suas aulas, utilizando o ensino por investigação. Por fim, ele reforça "que a prática do professor é orientada pela formação que ele recebeu" (p. 125), seja inicial ou continuada. Por isso, ele alerta para a necessidade de realização de cursos de formação continuada para o uso das tecnologias na sala de aula, de modo que venham a despertar no aluno o interesse em aprender.

O estudo de Luciano (2017) foi realizado com 25 futuros professores de Física, bolsistas do programa PIBID. O objetivo da pesquisa foi "avaliar a contribuição da robótica educacional, por meio do uso da plataforma Arduino e amparada metodologicamente pelo construcionismo, na modificação da ação docente de licenciandos do curso de Física bem como sua identidade profissional" (p. 8). A questão de investigação foi: "A robótica educacional abordada com a plataforma Arduino, seguindo os pressupostos construcionistas, pode vir a modificar as atitudes de licenciandos com vista à construção de sua identidade profissional?" (LUCIANO, 2017, p. 18). A investigadora desenvolveu a pesquisa em três fases (156 horas): desconstrução de ideias; o aluno construcionista; e a ação docente construcionista. Na primeira fase foram tratados assuntos sobre: construcionismo de Papert versus instrucionismo; história do desenvolvimento tecnológico. Na segunda fase foi oferecido um curso – *Oficina de Arduino* – sobre as noções básicas do Arduino e as implicações na Robótica Educacional para os futuros professores. Cada licenciando, individualmente, utilizou um *kit* Arduino e confeccionou as suas atividades. Outra ação dessa fase foi o planejamento de uma *Oficina de Robótica* para os inscritos no evento local: Semana de Física, planejada pelos futuros professores, organizados em grupos. Foram construídos dois robôs: o primeiro robô foi livre, apenas com algumas restrições colocadas pela investigadora, sobre os materiais disponíveis; para o segundo robô, a investigadora entregou um modelo definido para todos, deixando livre a estrutura e o *design*. Todos os grupos confeccionaram esse modelo e o utilizaram posteriormente na oficina do evento acadêmico. A terceira fase da pesquisa envolveu a preparação dos materiais para a oficina e a implementação da oficina junto a 8 alunos inscritos no evento. Após o encerramento da ação, foi realizado um momento de análise, quando foram apresentadas algumas falas dos participantes e imagens da oficina e "os bolsistas puderam discutir e refletir sobre as ações e as decisões tomadas em toda a Semana, levantando pontos positivos e negativos" (LUCIANO, 2017, p. 65).

Segundo a pesquisadora, "identificamos em nossa pesquisa as potencialidades da robótica educacional, enquanto recurso metodológico, em favorecer uma aprendizagem no qual se preocupa com as estruturas cognitivas do aluno por meio de suas ações" (LUCIANO, 2017, p. 115). Dessa forma, a autora considera que "a robótica educacional é uma alternativa importante como ferramenta pedagógica para o ensino de Física" (p. 115), por "facilitar o desenvolvimento da inteligência lógico-matemática, valorizar a construção da autonomia e criatividade por parte dos estudantes, favorecer as relações interpessoais e intrapessoais e desta forma colaborar com o trabalho em grupo" (p. 115). Os futuros professores passaram a refletir, durante a pesquisa, sobre como a ciência se constrói. Além disso,

> podemos observar uma possibilidade de mudanças nas futuras práticas docentes, devido a sua nova perspectiva de construção e desenvolvimento de novas habilidades e saberes [...] pois como vimos a tendência na construção identitária é a reprodução de práticas vivenciadas ao longo de toda formação acadêmica. (LUCIANO, 2017, p. 116)

O trabalho de Mahmud (2017) teve como objetivo principal "auxiliar o educador a se inserir no campo do uso de metodologias inovadoras e que possibilitem maior interatividade na sala de aula utilizando a robótica educacional como ferramenta para a execução do melhor aprendizado por parte do educando" (MAHMUD, 2017, p. 38). O autor investigou o trabalho com robótica educacional, realizado por dois professores que participaram de uma capacitação oferecida pelo "Robótica Tucuju", da Universidade Federal do Amapá, em duas escolas: uma pública, do Município de Santana, e uma particular, do Município de Macapá.

A escola pública iniciou suas atividades com a Robótica livre no ano de 2016, quando dois professores participaram de uma formação continuada ofertada pela Universidade Federal do Amapá. Desde então, a escola dedicou um espaço para execução da proposta de robótica, o que, segundo o autor, "vem dando certo, uma vez que, neste mesmo ano [a escola] conquistou um prêmio nacional do evento Olímpiada Brasileira de Robótica – OBR, patrocinado pelo MEC e realizado em todos os estados" (MAHMUD, 2017, p. 40).

Quanto à escola particular, o trabalho vem sendo realizado desde o ano de 2011, com robótica educacional proprietária, no laboratório de Física, cuja professora fez o curso de capacitação supracitado e ainda recebeu a capacitação pela empresa dos *kits*. "No decorrer dos anos, a escola obteve uma equipe seleta de alunos que participam constantemente de eventos como OBR e destacam-se ainda pela participação internacional na Copa Mundial de Robôs" (MAHMUD, 2017, p. 40).

Depois de acompanhar as ações das duas escolas, o pesquisador realizou entrevistas com a equipe de cada escola, sendo: 2 diretores; 2 coordenadores; 2 professores; 2 alunos. Após as análises, o autor afirma que a inserção das tecnologias no ambiente escolar não é decisão apenas do professor, mas sim uma decisão conjunta, que envolve toda a comunidade escolar, além de considerar também condições mínimas necessárias para a execução das atividades.

O pesquisador ressalta que apesar da robótica educacional ter um caráter dinâmico, não se pode perder de vista o planejamento para não reproduzir o ensino tecnicista, que não contempla a autonomia e a aprendizagem significativa do aluno. Desse modo,

> Ao analisar os dados foi possível identificar o caráter dinâmico e integrado do sistema das atividades educativas realizadas, estando estas no contexto do curso piloto de cada escola. Estes cursos têm uma característica de

> aprendizagem para os próprios professores, haja vista, inicialmente, não possuírem material de algum sistema de aprendizagem estes iniciam fazendo resumos e criando seu material a cada aula, pesquisando a maior parte na internet. (MAHMUD, 2017, p. 47)

Apesar dos bons resultados em eventos importantes da área, o autor ressalta as tensões dentro do ambiente da escola pública, no qual a proposta da Robótica é uma atividade extracurricular e o desafio de mantê-la recai apenas na motivação do professor que a executa e dos alunos participantes. Além disso, a robótica educacional não faz parte do Projeto Político Pedagógico (PPP) da escola estudada, os alunos não têm contato com os materiais necessários fora da escola, o que, segundo ele, acaba limitando as possibilidades de melhoria e crescimento da equipe. Entretanto, as aulas contribuíram para a aprendizagem de conteúdos de Matemática, Física e Português e, em menor ênfase, Língua Inglesa, História, Geografia e Biologia.

Ainda em relação à escola particular, o pesquisador percebeu que o projeto, apesar de também ser uma atividade extracurricular, não interage com as demais disciplinas da escola, o que coloca a robótica educacional como uma proposta que não contribui diretamente com o currículo escolar. "Mesmo com esse impasse não se deixou de observar o aprendizado de aritmética, geometria, dinâmica, inglês e lógica de programação nas aulas, pois a professora de robótica tem Licenciatura em matemática" (MAHMUD, 2017, p. 54). Em oposição à escola pública, o projeto tem total apoio da gestão da escola devido ao "histórico de conquistas e pelo conhecimento do que a robótica pode influenciar em um melhor aprendizado" (MAHMUD, 2017, p. 54).

O autor finaliza o trabalho afirmando acreditar nas vantagens da inserção da robótica educacional no contexto escolar, mas observa que é

> Uma realidade que impõe desafios crescentes aos educadores e requer um compromisso maior destes profissionais com um ensino mais apropriado e condizente com esta era, através de métodos avançados e que resultem em maior qualidade da aprendizagem, com um envolvimento ativo e crítico do mundo.
> De modo a contribuir não só para o ensino, mas para jovens mais conscientes da realidade em que vivem, aptos a atuar numa realidade tecnológica, sem alienação e deslumbramento e mais consciência cidadã e prática, que desperte o bom senso, o gosto pelo saber, a valorização do ensino e do profissional da educação. (MAHMUD, 2017, p. 58)

Apesar dos dois projetos investigados por Mahmud (2017) terem forte preocupação com o objeto robótica, enquanto possibilidade de aprendizagem sobre *design* e programação, para se sobressaírem nos campeonatos em que as equipes participaram, percebe-se que a robótica educacional foi vista como uma ferramenta de ensino das disciplinas citadas.

Silva (2017) teve como objetivo “pesquisar o pensar e o fazer pedagógico dos professores egressos da formação continuada ‘Robótica Aplicada à Educação’” (p. 7, grifo do autor). Esse curso foi oferecido pelo munícipio de João Pessoa - PB. As escolas municipais de João Pessoa são beneficiadas com o *kit* ALPHA Mecatrônica, da empresa PETE. A pesquisadora aplicou um questionário a dezoito participantes egressos do curso. Ela identificou que, após o curso, dois professores de Matemática estavam realizando práticas, utilizando o recurso. A partir dessa descoberta, a pesquisadora passou a acompanhar as ações realizadas pelos professores, utilizando a robótica educacional, a fim de responder às seguintes questões:

> a. A formação continuada proporcionou transformação na prática pedagógica dos educadores?
> b. Os conhecimentos disponibilizados na formação promoveram a autonomia nos docentes para se adaptarem ao contexto em que estão inseridos?
> c. O professor reflete sobre suas práticas e busca novos saberes para reconfigurá-las de acordo com as necessidades dos alunos? (SILVA, 2017, p. 56).

Para a pesquisadora, mediante as contribuições da robótica educacional na Educação Básica, “ressalta-se a ação pedagógica dos professores como crucial para a realização de atividades que oportunizem a utilização desse recurso, refletindo sobre as possibilidades que suscitem a melhoria do processo de ensino e aprendizagem” (SILVA, 2017, p. 108). Em análise do material utilizado durante a formação continuada dos professores, a autora observou que existiu uma lacuna na elaboração, visto que foram apresentadas algumas situações de uso da robótica com os conteúdos curriculares. Para ela,

> Mesmo considerando pertinente o ensino do funcionamento técnico dos componentes robóticos, a aplicação das atividades poderia ser ampliada para a compreensão de que, através desse recurso tecnológico, é possível desenvolver ações pedagógicas que norteiem a aquisição de novos saberes. O professor, nesse cenário, deve ser estimulado para atuar como mediador dessas atividades, com intuito de promover desafios que os estudantes possuam autonomia para resolvê-los. (SILVA, 2017, p. 108)

Os participantes do curso indicaram alguns fatores que dificultaram o uso da robótica em suas práticas pedagógicas, como a estrutura organizacional das escolas municipais. Mesmo assim, dois professores decidiram utilizar o recurso pedagógico, embasados na percepção da importância de se usar ferramentas tecnológicas para promover melhorias no processo de ensino-aprendizagem.

Com relação às práticas pedagógicas realizadas pelos dois professores, a pesquisadora observou que a formação conduziu um professor a desenvolver atividades que atendessem o

exercício da prática reflexiva e as demandas da instituição de ensino, culminando num protótipo de robótica para participar do projeto "Minha Cidade". A partir da formação, o outro professor começou a buscar "alternativas que incorporassem a robótica a conteúdos da área de exatas" (SILVA, 2017, p. 109). Foi possível perceber que o docente passou a refletir sobre atividades que integrassem os robôs com o objetivo de promover o desenvolvimento de um conhecimento, estimulando os alunos "a buscar estratégias, refletir sobre hipóteses e construir soluções para os desafios propostos) (p. 109).

Com base nas conclusões e no fato da formação não ter disponibilizado material de apoio às práticas docentes, a autora elaborou um guia de orientações para "auxiliar os professores a refletir sobre as possibilidades de articulação da robótica com conteúdos curriculares da Educação Básica" (SILVA, 2017, p. 109). Em conclusão, a autora reforça a importância da realização desse tipo de formação, com base nas experiências dos professores, para que possam desenvolver propostas de ensino utilizando os recursos tecnológicos que possibilitem aos professores ressignificarem suas práticas pedagógicas.

Alexandrino (2017) desenvolveu sua pesquisa com o objetivo de "apresentar um produto educacional voltado à professores que se interessam pela temática. O formato escolhido foi um blog cujo conteúdo divulga temas relacionados à robótica educacional, com informações que podem servir de recursos a professores da Educação Básica" (ALEXANDRINO, 2017, p. 15).

A fim de conhecer as condições de uso da robótica educacional (*kit* NXT *MindStorm*) em aulas de Matemática, o pesquisador desenvolveu uma aula sobre o "robô da sorte", junto a alunos de um curso de licenciatura em Matemática, com o objetivo de trabalhar o conteúdo de probabilidade. A partir dessa experiência, o pesquisador criou o *blog* educacional *on-line*, no qual são disponibilizadas: Seção *Blog*, com notícias e informações diversas, além de artigos, dissertações e vídeos sobre o tema; Seção Robótica, com conceitos e potencialidades sobre a robótica educacional; e Seção Práticas de Ensino, "destinada à práticas retiradas a internet e também as minhas práticas que utilizo quando estou trabalhando na disciplina de matemática e física na modalidade de jovens e adultos" (ALEXANDRINO, 2017, p. 38).

Maciel Junior (2017) desenvolveu sua pesquisa inicialmente com treze professores de Ciências, Física, Geografia, Matemática e Química (vinculados à rede de ensino estadual, à instituição de origem do pesquisador ou sob regime CLT na rede privada de ensino). O objetivo foi "analisar as possibilidades de estudo sobre a autonomia docente em um grupo de professores de Ciências e Matemática, a partir de suas experiências vivenciadas em um curso de robótica educacional, sob a perspectiva de Contreras e Habermas" (p. 6). Foi realizado um curso de

formação sobre robótica, com vinte encontros semanais de três horas cada, divididos em duas etapas, ao longo do ano de 2016:

> Na primeira etapa, [...] foram desenvolvidas atividades práticas envolvendo a montagem e análise de circuitos de controle fundamentadas nos conceitos científicos presentes nos currículos escolares dos dois últimos anos do Ensino Fundamental II e do Ensino Médio para conhecimento da plataforma de programação e prototipação Arduino objetivando a construção de um robô na modalidade segue linha. Na segunda etapa, [...] tanto a programação como a estrutura de distribuição dos sensores e atuadores do robô seriam postos à prova em tarefas de execução de movimentos para o desenvolvimento de conhecimento sobre seu funcionamento e aprofundamento das relações entre os conteúdos curriculares fundamentadores da construção de cada componente do robô e seus comportamentos. (MACIEL JUNIOR, 2017, p. 72-73)

Ao longo dos encontros, por motivos diversos, seis professores desistiram do curso. A partir das falas dos docentes, durante as atividades com robótica e discussão no grupo focal, foi possível perceber alguns aspectos que facilitam a construção da autonomia docente, como o diálogo entre professor e aluno para significar os conteúdos curriculares e possibilitar que o estudante seja ativo no processo de aprendizagem; a colaboração entre os pares, para compartilhar experiências; o uso de atividades práticas e uso da pesquisa para estimular o aluno a participar do processo; e o uso de atividades interdisciplinares "como forma de romper com a cultura academicista no ensino básico" (MACIEL JUNIOR, 2017, p. 101). Segundo os participantes, foi a metodologia desenvolvida no curso de robótica, a partir da "resolução de problemas práticos como significadores para o estudo dos conteúdos curriculares e o uso da racionalidade comunicativa no processo de construção intersubjetiva do conhecimento" (MACIEL JUNIOR, 2017, p. 101-102), que possibilitou refletir sobre questões importantes que permeiam a autonomia docente, como as citadas anteriormente. Segundo o autor,

> Ainda com relação à formação dos professores, os mesmos reconheceram a necessidade do aperfeiçoamento profissional contínuo e a insuficiência de sua formação inicial, mas encontram sérias dificuldades em se libertar da prática docente que estão "acostumados", ou seja, daquilo que Langhi e Nardi (2011) denominam de conteudismo e tecnicismo. (MACIEL JUNIOR, 2017, p. 103)

O pesquisador reconhece que dificilmente os professores conseguiriam reproduzir o curso desenvolvido em suas turmas, dado que a quantidade de alunos por turma implicaria em muitas equipes e o atendimento aos vários problemas práticos que surgem durante a atividade seria impossível para um único professor em sala. Sugere como alternativa o trabalho no contraturno, dividindo a turma e fazendo encontros quinzenais. Por fim, o autor concluiu que

> o uso da robótica educacional como instrumento emancipador, tanto do professor como de seu aluno, exige e promove uma reformulação das relações entre todos os participantes dos processos de ensino-aprendizagem como da própria estrutura organizacional da escola. (MACIEL JUNIOR, 2017, p. 103)

A investigação de Varela (2017) procurou responder à pergunta: "Com base na formação inicial do docente e nas práticas pedagógicas desenvolvidas, como os estudantes do curso de formação de docentes se comportam em relação às questões multiculturais presentes no cotidiano escolar?" (p. 17). Assim, teve como objetivo "investigar a formação docente desses futuros professores, em relação ao uso da robótica educacional, com enfoque nos conhecimentos sobre a educação multicultural e suas possíveis aplicações nas práticas pedagógicas" (p. 17-18).

Os participantes da pesquisa foram três estudantes voluntários em formação docente e que participaram do curso de robótica, um professor indígena, um diretor do colégio estadual, uma professora do Curso de Formação de Docentes, quinze estudantes indígenas (7 a 17 anos), uma estudante voluntária do Curso de Ciências Sociais, além da pesquisadora e do professor orientador.

Os futuros professores voluntários participaram de um curso, com carga horária de 20 horas, como parte curricular na disciplina de Prática de Formação, do Curso de Formação de Docentes, com o seguinte conteúdo: programação com e sem computador, programação usando *kit* Arduíno (de baixo custo), conceitos básicos de robótica educacional, *kits* de robótica educacional da *LEGO*®, *software Scratch* e a construção e programação utilizando os *kits* de robótica educacional da Fisher Technik. Eles planejaram coletivamente um minicurso para alunos de uma escola indígena em Piraquara.

Durante uma visita a aldeia, foi realizado o minicurso de robótica com os alunos indígenas. Todos os alunos indígenas comunicavam-se entre si em guarani. A pesquisadora perguntou se eles compreendiam e falavam o idioma português. Alguns confirmaram com um gesto da cabeça e outros disseram que sim. Desse modo, a aula foi conduzida em português. Era uma aula introdutória acerca da robótica para crianças e jovens do Ensino Fundamental, trabalhando juntos, divididos em três grupos. Eles montaram um carrinho robô, com a ajuda dos três futuros professores, que ficaram cada um em uma mesa.

> Todos festejaram quando viram os carrinhos funcionando. Neste momento, várias pessoas que estavam de fora da sala entraram para ver o resultado da montagem. Algumas moradoras da aldeia, o professor orientador desta pesquisa, o cacique e o resto dos visitantes que vieram com o grupo de não indígenas. Os alunos tiveram a ideia então de afastar as mesas e cadeiras da

> sala e fazer uma pista de corrida entre os carrinhos. Foram colocadas fitas adesivas no chão e criada uma minipista para os robôs se deslocarem. As alunas e os alunos fizeram uma corrida entre os carrinhos e repetiram a brincadeira mais algumas vezes, com muito entusiasmo. (VARELA, 2017, p. 64).

Ao final do dia, com o sol se pondo, foi montado um observatório terrestre com um robô e uma caneta *laser* para observar os planetas e as constelações no céu. O professor orientador foi mostrando e explicando aos participantes do minicurso e a alguns moradores da aldeia como funcionava o observatório. "Foi mostrado, por meio do observatório, um conhecimento tão genuíno: como a astronomia indígena podia dialogar com as novas tecnologias" (VARELA, 2017, p. 66). Segundo relato etnográfico da autora:

> Lá estavam as crianças e jovens que tinham participado da aula sobre robótica, todos nós do grupo de visitantes e algumas pessoas moradoras da aldeia, todos observando o céu e escutando os mitos indígenas de cada constelação, narrados pelo professor Germano. Alguns indígenas estavam fumando cachimbo neste momento, e fazia muita fumaça. Perceberam que quando a fumaça passava pelo laser da caneta, acentuava muito mais o caminho percorrido pelo feixe de luz e assim era possível enxergar com muito mais nitidez. Todos ficaram maravilhados com a situação, que apesar de simples parecia resumir todos os aprendizados do dia. É possível alcançar mais quando se está aberto a respeitar e compreender culturas diferentes com as quais se tem pouco contato, assim acostuma-se a valorizar a cultura de cada um, e de cada lugar. (VARELA, 2017, p. 66-67).

A investigação concluiu que é importante investir mais na formação de professores para o uso da robótica educacional na Educação Básica. "E que essa formação esteja explicitamente entrelaçada à ampliação da aplicação dos conhecimentos de diferentes realidades culturais para sua emancipação e não a uma sobreposição de culturas" (VARELA, 2017, p. 74).

Passos (2017) desenvolveu sua pesquisa com o objetivo de "criar um Curso Semipresencial de Formação de Professores em Robótica Educacional para Suplementação Curricular de Matemática para Alunos com Altas Habilidades ou Superdotação do Ensino Fundamental II (6º ao 9º Ano)" (p. 30). O pesquisador desenvolveu a Oficina Piloto de Robótica Educacional para alunos com altas habilidades ou superdotação do Ensino Fundamental, com carga horária de quatorze horas, em quatro encontros. Participaram oito alunos do Ensino Fundamental I e II, oriundos de escolas públicas e privadas, um deles com baixa visão profunda. Trabalhou o tema "Construindo Robôs Educacionais para Simular Movimentação de Cargas em Portos Alfandegários", a partir do *kit LEGO® MindStorms* NXT.

Após analisar a aceitação da metodologia pedagógica proposta, o interesse e envolvimento dos alunos, o comportamento em grupo e o desenvolvimento científico, foi

proposto o curso para professores, na disciplina Prática Educacionais, para Alunos com Altas Habilidades/Superdotação. O curso teve duração de 60 horas, em que ocorreram simultaneamente 30 horas *on-line* e 30 horas presenciais (oito encontros). As aulas presenciais ocorreram por duas horas somente com os cursistas (professores), seguidas de outras duas horas com os cursistas, com a presença de alunos com altas habilidades/superdotação.

Participaram 47 cursistas, sendo que 36 estavam matriculados na disciplina, provenientes dos cursos de Pedagogia e diversas Licenciaturas: Matemática, Educação Física, Filosofia, Física, História, Geografia e Química. Dez cursistas eram do Curso de Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão. As aulas virtuais foram utilizadas para apresentar o curso, os pré e pós-testes, os conteúdos técnicos, orientar na realização das atividades previstas e nas tarefas. As aulas presenciais foram utilizadas para apresentação dos conceitos técnicos e pedagógicos, explicações, demonstrações, discussões, construção e programação dos robôs e "a metodologia de Trabalho por Projetos foi utilizada para a construção de projetos com os cursistas e alunos com AH/SD para o ensino de conteúdos de matemática a esses alunos através da RE" (PASSOS, 2017, p. 37). O primeiro momento das aulas presenciais era reservado para desenvolver os conceitos técnicos e pedagógicos sobre a robótica educacional com os cursistas, enquanto num segundo momento, "a aplicação dos conceitos trabalhados no primeiro momento foi desenvolvida entre os cursistas e os alunos com AH/SD, através de práticas de construções de robôs educacionais" (p. 39).

Segundo o pesquisador, as aulas presenciais foram importantes, pois contaram com a presença de alunos com altas habilidades/superdotação, o que possibilitou aos cursistas "perceber o quanto esses alunos são diferenciados [...], puderam desmistificar muitos pré-conceitos sobre esses alunos apresentados pela sociedade" (PASSOS, 2017, p. 74). Enquanto os alunos "tiveram a oportunidade de utilizar a RE para suplementar e enriquecer seus currículos escolares em um ambiente acadêmico muito acima do que eles vivenciam em suas aulas diárias nas escolas" (p. 74).

Em 2019 tem-se a pesquisa de Silva Junior, com o objetivo de "Compreender, por meio da Análise de Discurso, como um grupo de professores significam a robótica no ensino de ciências na cidade do Recife" (p. 7). O pesquisador buscou responder à questão: "Qual a origem e sentidos mobilizados no discurso dos professores sobre o uso da robótica nas aulas de ciências naturais?" (SILVA JUNIOR, 2019, p. 90).

O pesquisador selecionou onze escolas, situadas na cidade de Recife e Região Metropolitana, que constavam no Diário Oficial como instituições que desenvolviam atividades com robótica utilizando os *kits* de robótica da *Lego Zoom.* Através das gestões e coordenações

das escolas, foi feito o pedido de divulgação da pesquisa a todos os professores de ciências. Dois professores deram retorno e participaram de entrevistas semiestruturadas individuais. Uma segunda entrevista coletiva foi divulgada novamente entre os professores que realizavam atividades com robótica nas escolas mencionadas. Outros dois professores compareceram ao local agendado e participaram da atividade. Portanto, a pesquisa foi realizada com quatro professores da rede pública de ensino do Recife, do Ensino Fundamental e médio.

O investigador percebeu que todos os quatro professores participaram de cursos de formação do programa de robótica do governo estadual, mas que esses cursos "foram insuficientes e pontuais" (SILVA JUNIOR, 2019, p. 139). "Ficou evidente na fala dos professores a sua preocupação com esses saberes pedagógicos, sempre indicando que as capacitações deveriam dar um enfoque voltado para a sala de aula e não somente para o manuseio dos robôs" (p. 139). O autor reforça a importância de formação continuada "para o efetivo desenvolvimento dos processos de ensino e aprendizagem suportados pela robótica educacional" (p. 140).

Os professores entrevistados reportaram alguns obstáculos que dificultam a realização de um trabalho com qualidade, utilizando a robótica educacional: a falta de incentivo e apoio da escola; a falta de infraestrutura da escola e por parte do governo; número elevado de alunos por turma. Assim, para a efetivação da prática com robótica, os professores precisam dos saberes necessários ao uso da robótica, além de habilidade para lidar com as dificuldades do contexto escolar.

Uma vez que a formação oferecida foi insuficiente, os professores tiveram que desenvolver a habilidade de aprender a aprender, buscando por conta própria novos conhecimentos pelo *YouTube*, por exemplo. Um professor desenvolveu um processo colaborativo de aprendizagem com seus alunos, e com eles aprendeu a usar a robótica, pesquisando e explorando os *kits*. Ao fim da investigação, o autor concluiu que:

> foi possível compreender que, para esses professores, a robótica é uma tecnologia educativa satisfatória, cuja inserção na educação vem trazer mudanças no processo de ensino e aprendizagem e desenvolver em estudantes e professoras novas competências e saberes. No que se refere ao processo de implementação da tecnologia, notamos no discurso desses professores uma série de obstáculos e dificuldades de ordem estrutural, formativa e pedagógica. (SILVA JUNIOR, 2019, p. 150)

Quanto aos sentidos atribuídos pelos professores à robótica em sala de aula, o autor identificou diversos:

> O mais recorrente foi que a robótica exige formação continuada alinhada com aspectos pedagógicos e não somente técnicos, pois essa era a maior dificuldade encontrada pelos docentes. Também foi evidenciado em dois professores um sentido mais utilitarista e pontual da robótica, sendo mais aplicada em atividades extraclasse ou com ênfase nas competições externas. Já para os outros dois professores, o sentido trazido para a robótica em sala de aula foi de um recurso que tem potencial de promover aprendizagem, despertar a motivação e que precisa ser melhor acompanhado para ser inserido no cotidiano escolar. (SILVA JUNIOR, 2019, p. 151).

Por sua vez, Oliveira (2019) teve como objetivo "implementar e analisar a formação continuada para inovação pedagógica em robótica educacional, desenvolvida com professores dos 4º e 5º anos da Escola Estadual Presidente Kennedy, EEPK, no ano de 2017" (p. 7). O curso de formação continuada de professores foi oferecido a docentes de uma escola de Ensino Fundamental da rede de ensino estadual do Rio Grande do Norte, localizada em Natal/RN. Os materiais utilizados foram o *kit LEGO® MindStorms* e mBot (*Educational Robot Kit*).

O curso de formação de professores sobre a robótica educacional como mediadora do processo de ensino-aprendizagem, foi planejado com 60 horas/aula, sendo metade presencial e a outra metade para o auxílio aos professores durante o planejamento e acompanhamento das atividades. Utilizaram a metodologia denominada *RoboEduc*, criada por pesquisadores da UFRN. "Essa metodologia inclui sistemas robóticos controláveis por *software*, além de um ambiente de aprendizagem para ser usado em práticas pedagógicas nas escolas. Esse sistema foi testado ao longo de mais de 10 anos com estudantes de várias escolas" (OLIVEIRA, 2019, p. 171, grifo meu).

O curso foi implementado para quatorze professores, sendo doze da escola e dois visitantes voluntários. O curso foi realizado em cinco dias, manhã e tarde, no período de férias escolares. Foram trabalhados: 1) introdução à robótica educacional e aplicações, apresentação dos *kits* e montagem do robô; 2) princípios da lógica de programação; 3) introdução da linguagem de programação; 4) programação do robô e planejamento de aula; 5) apresentação das oficinas e encerramento.

A proposta de robótica educacional foi implementada apenas nas cinco turmas de 4º e 5º anos do Ensino Fundamental. A fase de auxílio ao planejamento e o acompanhamento das atividades não ocorreu, pois as bolsas de extensão dos estudantes de graduação, que dariam esse suporte, foram interrompidas. Apenas uma bolsista voluntária e os pesquisadores deram esse apoio.

Os professores aplicaram os conhecimentos sobre robótica adquiridos durante o curso de formação continuada, em suas turmas:

> dois conseguiram construir conhecimentos que lhes permitiram garantir autonomia na condução das oficinas junto às suas turmas [...], promovendo, assim, inovação de suas práticas pedagógicas. Os outros três professores [...] não conseguiram alcançar essa autonomia. Inseguros, eles precisaram do apoio do pesquisador do Instituto [...] para levar a efeito o trabalho com as crianças. (OLIVEIRA, 2019, p. 208)

O pesquisador relata que as condições materiais oferecidas aos professores foram deficitárias (infraestrutura tecnológica ruim – internet e computadores, poucos *kits* de robótica), o que acabou prejudicando o resultado esperado. Além disso, o autor elenca fatores conjunturais, como falta de tempo dos docentes para aprofundar os conhecimentos sobre robótica, alta demanda de planejamento escolar para início do ano letivo, que afetaram, mas não impediram que acontecesse a implementação da robótica educacional na escola. Mais de 150 crianças puderam participar das atividades com robótica e, mesmo com o término da intervenção com os pesquisadores, o projeto teve continuidade com dois professores que deram seguimento ao trabalho com robótica em suas turmas, prepararam e participaram com equipes em torneio de robótica regional.

Por fim, apresentamos a pesquisa de Silva (2020), cujo objetivo era "analisar se as práticas relacionadas ao uso da robótica educacional constituíram-se como experiências de aprendizagem inventiva, para os estagiários, durante sua implementação no espaço-tempo do estágio-docência" (SILVA, 2020. p. 20). A implementação da robótica aconteceu durante o estágio-docência (200 horas/aula), contou com a participação de onze estagiários, com ações e práticas distribuídas em três fases: Observação, Semirregência e Regência. Durante a Observação os estagiários conheceram, analisaram e problematizaram aspectos pedagógicos da escola-campo, além de observar e problematizar os processos de ensino-aprendizagem durante as aulas de Matemática no Ensino Médio.

Na Semirregência "os estagiários problematizaram as ações e as práticas educativas vivenciadas nas escolas-campo de estágio" (SILVA, 2020, p. 62). Em parceria com a unidade Sesi-Senai da cidade, os estagiários construíram e programaram alguns robôs. "Essa parceria viabilizou o acesso dos estagiários não apenas aos *kits* de robótica da LEGO® MINDSTORMS Education EV3, mas aos conhecimentos técnicos sobre os robôs, que foram compartilhados tanto por professores como por alunos do Sesi-Senai" (p. 65, grifo meu). A partir das dificuldades de aprendizagem matemática dos alunos das escolas-campo, analisadas durante a fase de observação, os estagiários desenvolveram coletivamente propostas educacionais de Matemática, utilizando a robótica como um dispositivo para promover a aprendizagem dos alunos.

Essas propostas resultaram na execução de um projeto de intervenção pedagógica utilizando a robótica, inicialmente aberto a toda comunidade escolar da cidade e, posteriormente, desenvolvido nas escolas-campo de estágio, durante a Regência. Além das aulas ministradas com robótica nas escolas-campo, os estagiários puderam "descrever, analisar e apresentar em um evento científico suas experiências em relação aos processos vivenciados no espaço-tempo do estágio-docência" (SILVA, 2020, p. 63). Para Silva (2020),

> as experiências relacionadas ao uso da robótica educacional provocaram a invenção de problemas, a invenção de si e de mundos por parte dos estagiários. Nesse sentido, as produções, frutos de ações coletivas, provocaram-nos a defender que a prática formativa com o uso da robótica educacional, em seu processo de implementação no estágio-docência [...] desencadeou momentos de aprendizagem inventiva nos estagiários participantes de nossa pesquisa. (p. 211)

Nas aulas ministradas pelos estagiários, os alunos do Ensino Médio das escolas-campo de estágio não construíram os robôs, mas foram estimulados a resolver situações-problemas relacionadas ao *mundo inventivo* do qual os robôs faziam parte. Na interação com os robôs no *mundo inventivo*, os alunos desenvolveram diferentes conceitos matemáticos.

Nessa pesquisa, a robótica educacional foi utilizada como dispositivo provocador da aprendizagem inventiva dos estagiários. Para o pesquisador,

> a implementação dos dispositivos robóticos no estágio-docência provocou experiências formativas diferentes daquelas que os estagiários estavam acostumados, apontando para a formação inventiva desses estagiários. A utilização da robótica também teve efeitos significativos para os participantes da pesquisa que seguiram carreira docente no campo da matemática, com a possibilidade de produzirem ressonâncias no futuro quando poderão enfrentar situações desafiadoras e imprevisíveis no meio educacional. (SILVA, 2020, p. 211)

Segundo Silva (2020), as ações e práticas provocaram o que ele chamou de *autoformação-inventiva*, em que o uso da robótica educacional estimulou a produção das propostas de aula de Matemática, elaboradas pelos estagiários. Assim, "tanto as propostas educacionais de matemática com o uso da robótica, como a formação dos estagiários foram efeitos das experiências autônomas de formação inventiva" (SILVA, 2020, p. 212). Esta pesquisa foi desenvolvida na abordagem ferramenta para o ensino.

É possível fazer algumas considerações a respeito desse conjunto de estudos sobre robótica educacional na formação de professores. Nos últimos anos ocorreu um aumento de trabalhos com robótica para a Educação Básica, focados na formação de docentes, no pensar,

saber e fazer do professor na ação com robótica e na produção de produtos educacionais para uso do docente, como os *kits* de baixo custo, construção de *blog* ou os tutoriais de orientação para apoiar o professor em seu trabalho com robótica (CURCIO, 2008; CÉSAR, 2013; PINTO, 2011; LUCIANO, 2017; SILVA JUNIOR, 2019). No Quadro 2 encontram-se as informações sobre o autor, título do trabalho, orientador e instituição em que a pesquisa foi realizada.

Quadro 2 – Síntese das principais informações sobre as pesquisas analisadas no estado da arte

Pesquisador(a)	Título	Orientador(a)	Instituição
Marco Túlio Chella	Ambiente de robótica para aplicações educacionais com SuperLogo	Mauro Sérgio Miskulin	Universidade Estadual de Campinas – Unicamp
Aliete Ceschin Labegalini	A construção da prática pedagógica do professor: o uso do LEGO/Robótica na sala de aula	Dilmeire Sant'Anna Ramos Vosgerau	Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Christina Paula de Camargo Curcio	Proposta de método de robótica educacional de baixo custo	Gilson Paulillo	Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC) e Instituto de Engenharia do Paraná (IEP)
Danilo Rodrigues Cesar	Potencialidades e limites da robótica pedagógica livre no processo de (re)construção de conceitos científico-tecnológicos a partir do desenvolvimento de artefatos robóticos	Teresinha Froes Burnham	Universidade Federal da Bahia
Marcos de Castro Pinto	Aplicação de arquitetura pedagógica em curso de robótica educacional com *hardware* livre	Marcos da Fonseca Elia	Universidade Federal do Rio de Janeiro
Danilo Rodrigues César	Robótica pedagógica livre: uma alternativa metodológica para a emancipação sociodigital e a democratização do conhecimento	Orientadora: Teresinha Froes Burnham Coorientador: Luciano Sergio Ventin Bomfim	Universidade Federal da Bahia

Tatiana Souza da Luz Stroeymeyte	Currículo, Tecnologias e Alfabetização Científica: uma análise da contribuição da robótica na formação de professores	Maria da Graça Moreira da Silva	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
João Paulo da Silva Santos	Utilizando o ciclo da experiência de Kelly para analisar visões de ciência e tecnologia de licenciandos em Física quando utilizam a robótica educacional	Orientador: Alexandro Cardoso Tenório Coorientador: Michael Lee Sundheimer	Universidade Federal Rural de Pernambuco
Ana Paula Giacomassi Luciano	A robótica educacional e a plataforma Arduino: estratégias construcionistas para a prática docente	Orientadora: Polonia Altoé Fusinato Coorientador: Luciano Carvalhais Gomes	Universidade Estadual De Maringá
Dimitri Alli Mahmud	O uso de robótica educacional como motivação a aprendizagem de Matemática	Simone de Almeida Delphim Leal	Fundação Universidade Federal do Amapá
Jéssica Ferreira Souza da Silva	Robótica aplicada à educação: uma análise do pensar e fazer dos professores egressos do curso oferecido pelo município de João Pessoa-PB	Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro Moita	Universidade Estadual da Paraíba
Thiago Melo Alexandrino	Uma discussão sobre robótica educacional no contexto do modelo TPACK para professores que ensinam Matemática.	Luciane Mulazani dos Santos	Universidade do Estado de Santa Catarina
Percy Fernandes Maciel Junior	Uma proposta de estudo da autonomia docente de professores de Ciências e de Matemática em exercício	João Amadeus Pereira Alves	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Cândida Dolores Antunes Varela	A robótica educacional na escola indígena: inovações na formação de professores	Germano Bruno Afonso	Centro Universitário Internacional Escola Superior de Educação

Ramieri da Cunha Passos	Curso semipresencial de formação docente em robótica educacional para suplementação curricular de Matemática para alunos com altas habilidades ou superdotação do Ensino Fundamental II	Cristina Maria Carvalho Delou	Universidade Federal Fluminense
Denilton Silveira de Oliveira	Formação continuada de professores para inovação Pedagógica por meio da robótica educacional na Escola Estadual Presidente Kennedy	Luciane Terra dos Santos Garcia	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Luiz Alberto da Silva Junior	O discurso de professores de ciências relativo ao uso da robótica educacional na cidade do Recife	Orientador: Marcelo Brito Carneiro Leão Coorientadora: Anna Rita Sartore	Universidade Federal Rural de Pernambuco
Marcos Roberto Da Silva	Experiência com robótica educacional no estágio-docência: uma perspectiva inventiva para formação inicial dos professores de Matemática	Arlindo José de Souza Júnior	Universidade Federal de Uberlândia

Fonte: Elaborado pela Pesquisadora.

A partir do Quadro 3 é possível perceber que, em sua maioria, os trabalhos analisados foram realizados nas pós-graduações em educação ou em outras pós-graduações com linhas específicas, mas que podem ser consideradas pertencentes à educação e apenas três trabalhos foram realizados em outras áreas, a saber: Desenvolvimento de Tecnologia, Engenharia Elétrica e Computacional e Informática.

Na análise dessas pesquisas encontramos cinco elementos de aproximação da pesquisa sobre/com a robótica educacional na formação de professores:

a) Formação continuada de professores: Labegalini (2007), Pinto (2011), Stroeymeyte (2015), Maciel Junior (2017) e Oliveira (2019);
b) Formação inicial de professores: Santos (2016), Luciano (2017), Varela (2017), Passos (2017) e Silva (2020);
c) Metodologia: Chella (2002), Curcio (2008), César (2009) e César (2013);

d) Prática docente: Mahmud (2017), Silva (2017) e Silva Junior (2017);

e) Produto educacional: Alexandrino (2017).

Quadro 3 – Tabulação das dissertações e teses agrupadas de acordo com as respectivas pós-graduações

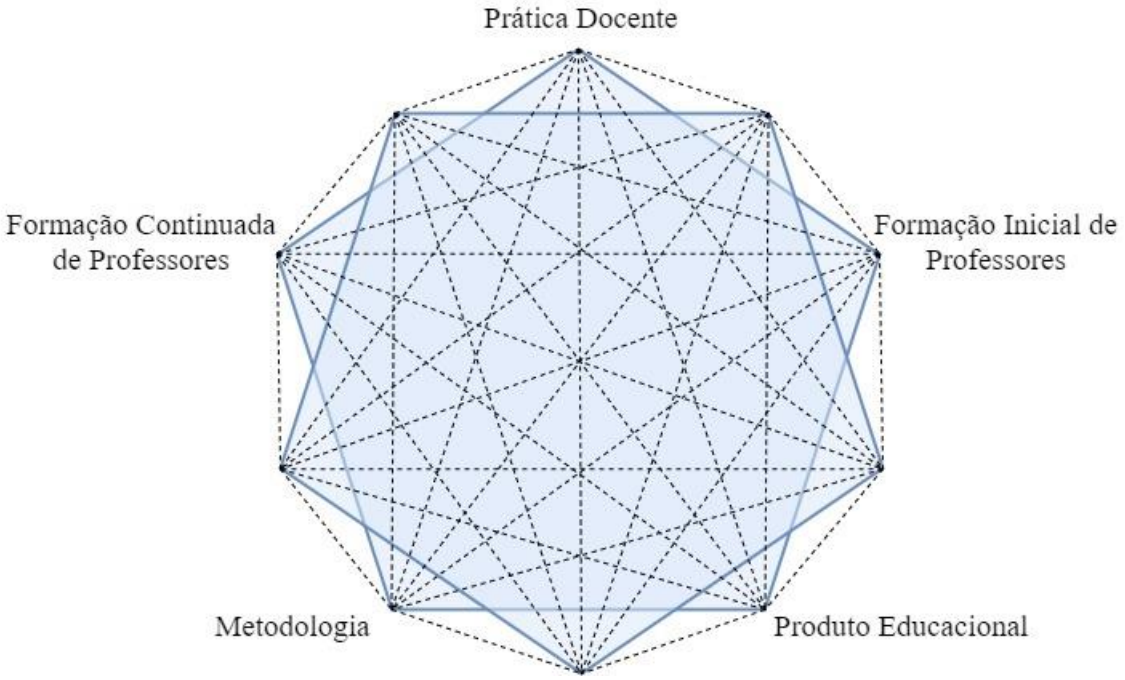
PÓS-GRADUAÇÃO	NÍVEIS	PESQUISAS
DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIA	MESTRADO	CURCIO (2008)
EDUCAÇÃO	MESTRADO	LABEGALINI (2007), CÉSAR (2009), OLIVEIRA (2019), STROEYMEYTE (2015)
	DOUTORADO	CÉSAR (2013), SILVA (2020)
EDUCAÇÃO E NOVAS TECNOLOGIAS	MESTRADO	VARELA (2017)
EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA E A MATEMÁTICA	DOUTORADO	LUCIANO (2017)
ENGENHARIA ELÉTRICA E COMPUTAÇÃO	MESTRADO	CHELLA (2002)
	DOUTORADO	
ENSINO DE CIÊNCIAS	MESTRADO	SANTOS (2016)
	DOUTORADO	SILVA JUNIOR (2019)
ENSINO DE CIÊNCIAS, MATEMÁTICA E TECNOLOGIAS	MESTRADO	ALEXANDRINO (2017)
FORMAÇÃO CIENTÍFICA, EDUCACIONAL E TECNOLÓGICA	MESTRADO	MACIEL JUNIOR (2017)
FORMAÇÃO DE PROFESSORES	MESTRADO	SILVA (2017)
INFORMÁTICA	MESTRADO	PINTO (2011)
MATEMÁTICA PROFISSIONAL DE MATEMÁTICA – PROFMAT[25]	MESTRADO	MAHMUD (2017)
MESTRADO PROFISSIONAL EM DIVERSIDADE E INCLUSÃO	MESTRADO	PASSOS (2017)

Fonte: Elaborado pela Pesquisadora.

[25] O Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT) "visa atender prioritariamente professores de Matemática em exercício na Educação Básica, especialmente de escolas públicas, que busquem aprimoramento em sua formação profissional, com ênfase no domínio aprofundado de conteúdo matemático relevante para sua docência" (https://www.profmat-sbm.org.br/organizacao/apresentacao/).

Esses elementos se movimentam e interagem uns com os outros e fazem com que o sistema entre em movimento (Figura 13). Contudo, um elemento não é separado dos demais, quando o pesquisador tem como meta alcançar determinado objetivo, como por exemplo, elaborar uma metodologia de formação com robótica, ele também possibilita a fluência tecnológica[26] dos participantes ou que desenvolvam conhecimentos relativos à prática docente, entre outros.

Figura 13 – Panorama da pesquisa com robótica educacional na formação de professores



Fonte: Elaborado pela Pesquisadora.

No caso de elaboração de produto educacional, o pesquisador desenvolveu um curso de robótica para futuros professores, enquanto outras pesquisas classificadas sob outra perspectiva também produziram algum tipo de produto educacional, apesar desse não ter sido o foco central de investigação (CURCIO, 2008; PINTO, 2011; CÉSAR, 2013; LUCIANO, 2017; SILVA JUNIOR, 2019).

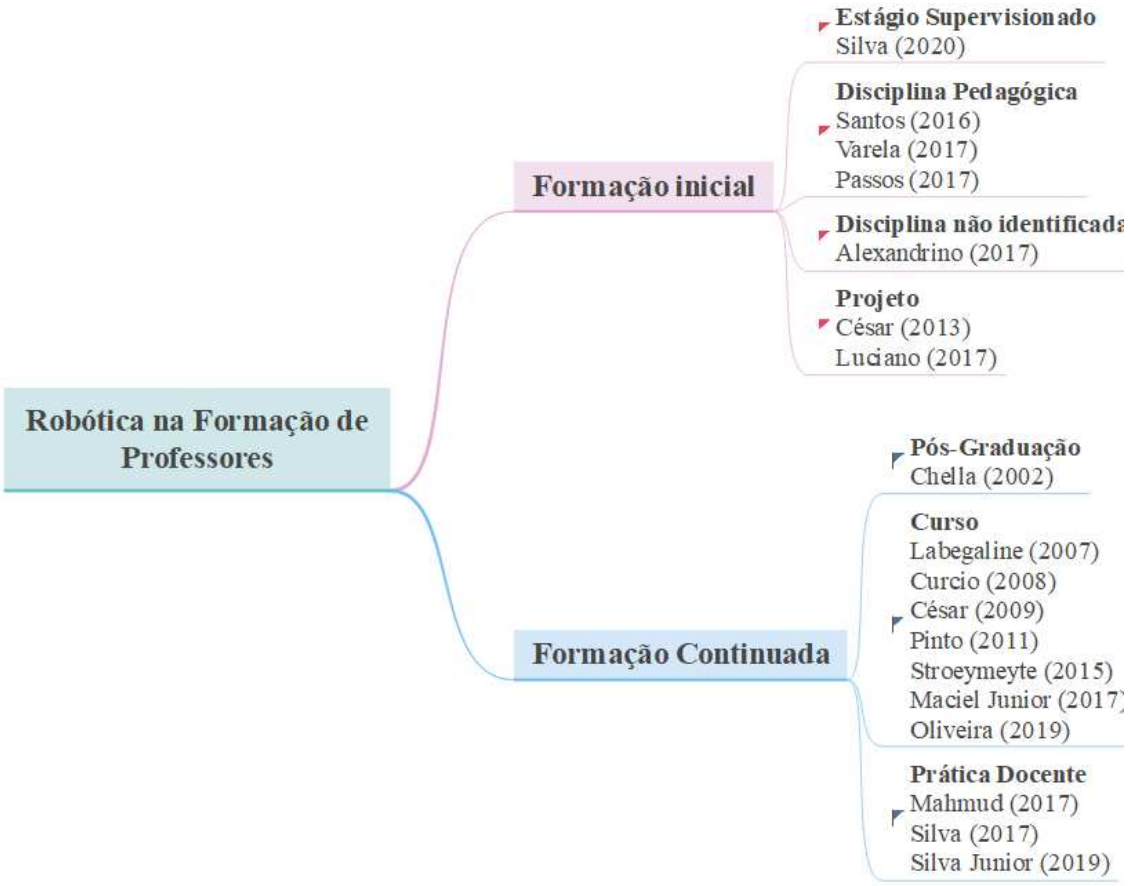
Ainda na Figura 13, propositalmente alguns vértices não foram identificados com a percepção de que outras pesquisas com robótica educacional podem contribuir com a formação de professores e que não foram levantadas nessa pequena revisão, como os estudos bibliográficos, a pesquisa diretamente realizada na Educação Básica, etc. Esses vértices

[26] Esse termo será definido na seção 4.

contemplam também novos campos para as pesquisas que aparecerão nos próximos anos, como no ensino remoto ou híbrido, em grupos virtuais, etc.

Com relação à robótica na formação de professores podemos classificar as pesquisas em dois grupos: Formação inicial de professores ou Formação continuada de professores (Figura 14). Na formação inicial, as pesquisas ocorreram em disciplinas de Estágio Supervisionado ou disciplinas pedagógicas, como as disciplinas de prática dos respectivos cursos de licenciatura. Um pesquisador não identificou a disciplina do curso na qual foi realizada a intervenção. Duas pesquisas foram realizadas no contexto de projeto de extensão e ensino, respectivamente.

Figura 14 - Esquema da robótica educacional na formação de professores



Fonte: Elaborada pela Pesquisadora.

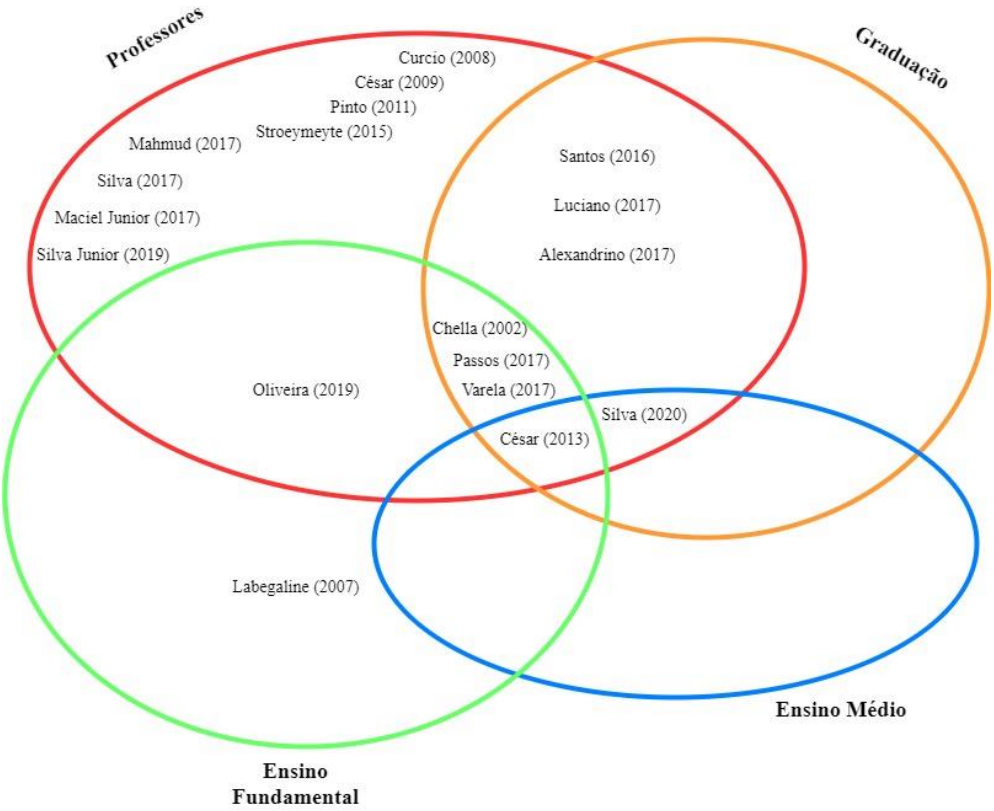
Vale ressaltar que em Santos (2016) e Luciano (2017), os participantes eram alunos de cursos de Licenciatura em Física, enquanto em César (2013), os participantes eram alunos de diferentes cursos de graduação de várias áreas, inclusive da formação inicial de professores. Apenas nos estudos de Varela (2017) e Silva (2020) é possível identificar que os participantes eram todos licenciandos em Matemática, enquanto na pesquisa de Passos (2017) tinha

licenciandos em Matemática e outras áreas, além de alunos da pós-graduação, a oficina-piloto, envolveu alunos da Educação Básica.

Por sua vez, na formação continuada, as pesquisas ocorreram no ambiente de disciplina da pós-graduação, de cursos de formação em robótica oferecidos em parcerias com prefeituras e outros, projetos de extensão ou a partir da prática desenvolvida pelos professores, nas escolas em que atuam com robótica educacional, junto a seus alunos.

A Figura 15 apresenta um mapeamento das pesquisas com robótica educacional na formação de professores e os níveis de ensino em que se situam, que possibilitaram a divulgação e ampliação do campo da robótica educacional na formação de professores no Brasil (período de 2002 a 2020). Tem-se os níveis: a) Ensino Fundamental; b) Ensino Médio; c) Professores: podem ser do ensino superior, participantes de pós-graduação ou docentes da Educação Básica; e d) Graduação: alunos de diferentes cursos de graduação.

Figura 15 – Mapeamento do nível de ensino em que ocorreram as pesquisas em robótica educacional na formação de professores



Fonte: Elaborada pela Pesquisadora.

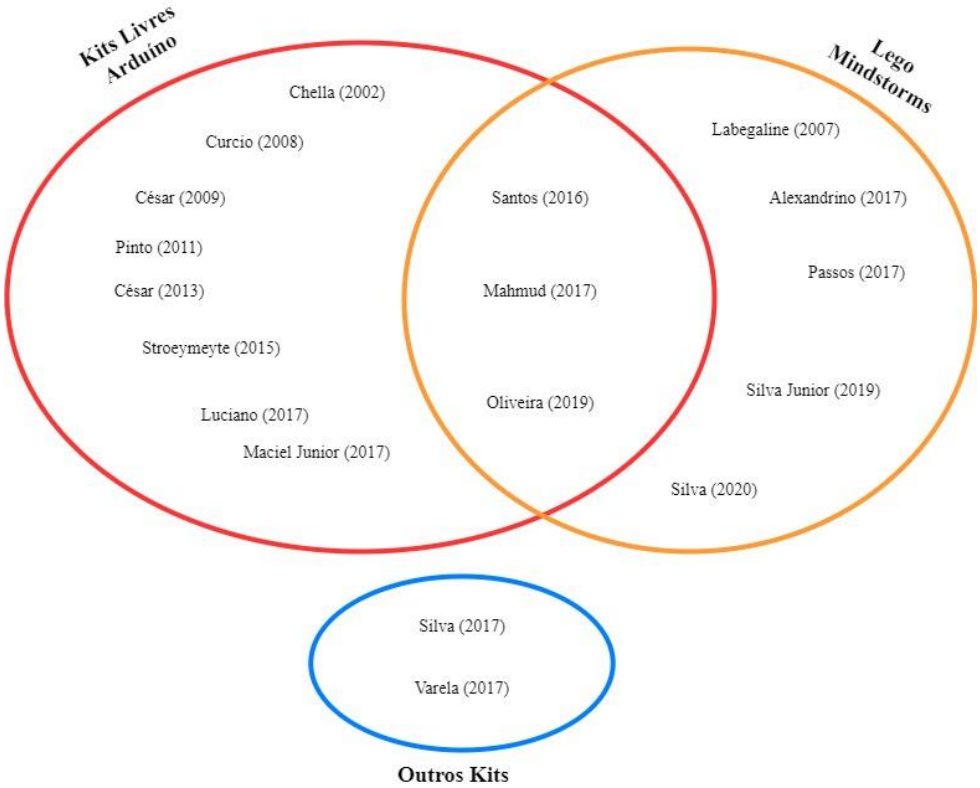
Algumas dessas pesquisas tinham como ação que os professores em formação implementassem o curso de robótica para/com outro público, como seus alunos na Educação Básica, participantes de eventos ou outros professores e profissionais (LABEGALINI, 2007;

PINTO, 2011; LUCIANO, 2017; VARELA, 2017; PASSOS, 2017; OLIVEIRA, 2019; SILVA, 2020).

É possível perceber que os pesquisadores acreditam na importância da robótica educacional em seu aspecto educativo e não apenas competitivo ou comercial. Alguns revelam mesmo a preocupação de usar *kits* acessíveis às escolas, por meio de *kits* livres, ou seja, utilizam materiais recicláveis ou de baixo custo e a placa microcontroladora Arduino.

Alguns estudos utilizaram mais de um tipo de material robótico, como Santos (2016) e Oliveira (2019). Ambos, além de utilizarem *kits* de baixo custo, utilizaram também os *kits LEGO*® (Figura 16).

Figura 16 – Diagrama dos materiais utilizados nas pesquisas analisadas



Fonte: Elaborada pela Pesquisadora.

Todas as atividades pedagógicas com robótica realizadas pelos investigadores ou participantes da pesquisa têm a visão da robótica educacional como ferramenta de aprendizagem, conforme Alimisis e Kynigos (2009) classificaram, pois compreendem que ela possibilita desenvolver conhecimentos do conteúdo relacionados a várias áreas do saber.

Dentre os trabalhos analisados, encontramos apenas dois termos para nos referirmos ao trabalho com robótica na sala de aula: robótica educacional e robótica pedagógica livre. Dividindo as pesquisas por essas denominações, temos dois grupos:

1. Robótica educacional: Chella (2002), Labegalini (2007), Curcio (2008), Pinto (2011), Stroeymeyte (2015), Santos (2016), Alexandrino (2017), Mahmud (2017), Luciano (2017), Maciel Junior (2017), Passos (2017), Silva (2017), Varela (2017), Oliveira (2019), Silva Junior (2019), Silva (2020);
2. Robótica pedagógica livre: César (2009, 2013);

Ainda que para alguns pesquisadores a denominação não faça diferença, esse resultado mostra um avanço para o campo de estudos em Robótica Educacional no Brasil, uma vez que começa a haver uma estrutura em torno do termo central, o que facilita por distinguir essas pesquisas das demais. De acordo com Angel-Fernandez e Vincze (2018b), a definição concreta, especificando o campo, evita usos indevidos e contribui para o fortalecimento da área. Muitas questões ainda estão em aberto e dificultam coordenar corretamente e estabelecer as fronteiras para se identificar os trabalhos com robótica educacional. Os autores ressaltam também o risco de gerar frustação nas pessoas se as atividades criarem expectativas falsas ou inatingíveis com a robótica, que os atuais robôs disponíveis no mercado para as escolas não consigam atendê-las. Além da frustração, compromete negativamente o nível e a qualidade do trabalho dos investigadores na área.

Uma característica observada nessa revisão de literatura, quanto à metodologia do trabalho com robótica educacional na formação de professores, é o fato de não haver uniformidade para essas ações, tão pouco existem critérios aceitos para as melhores práticas em robótica educacional. Fato este confirmado na literatura, em que percebe-se uma vastidão de práticas, em que cada uma adota uma metodologia de trabalho e um *design* para as experiências de aprendizagens. Por um lado, revela a liberdade para o pesquisador desenvolver sua pesquisa em um campo em expansão, por outro, dificulta aos iniciantes dessa área se fundamentarem para a realização do trabalho com essa tecnologia (ANGEL-FERNANDEZ *et al*., 2016).

Um ponto convergente dessas pesquisas é a percepção dos pesquisadores da necessidade de realização de mais investigações acerca da formação do professor para o uso dessa importante ferramenta tecnológica. Algumas relatam também os desafios para realizar a formação com docentes em serviço, tendo em conta a dificuldade de adesão aos cursos de formação continuada devido à falta de tempo para a formação, para pesquisar e estudar a robótica, por outras demandas do trabalho e da vida pessoal, e falta de apoio dos gestores. Quanto às dificuldades na realização dos cursos de robótica nas escolas, com alunos da Educação Básica, as pesquisas observam a falta de infraestrutura tecnológica (relativa aos

laboratórios de informática e quantidade de *kits* de robótica) e quantidade excessiva de alunos por sala de aula.

Pimenta, Lima e Costa (2017) afirmam que é preciso refletir sobre "práticas educativas que permitam aos educadores pensarem, de forma situada, em estratégias que possibilitem articular tecnologia e formação tendo como horizonte o compromisso com a emancipação dos sujeitos" (p. 231). Observamos com essa revisão de literatura a possibilidade de propor e desenvolver um ambiente de aprendizagem matemática e de desenvolvimento de conhecimentos necessários à docência, utilizando a robótica educacional. Para finalizar, essa ferramenta pode possibilitar a constituição de um espaço de aprendizagem investigativo, vencer o fetiche da tecnologia e compreendê-la como possibilidade de construção de novas formas de preparação de professores, conscientes de seu papel na sociedade.

Várias dessas pesquisas (ALIMISIS; KYNIGOS, 2009; CÉSAR, 2009, 2013; CURCIO, 2008; LABEGALINI, 2007; LUCIANO, 2017; OLIVEIRA, 2019; PINTO, 2011, STROEYMEYTE, 2015; MACIEL JÚNIOR, 2017) observaram que a robótica educacional possibilita que alunos e professores desenvolvam sua criatividade. Papert (2008) apresentou vários exemplos de crianças e professores em ambientes que favoreciam à aprendizagem e o desenvolvimento da criatividade ao longo do trabalho com computador. Para ele, a escola precisa oferecer oportunidades do estudante trabalhar, investigar, manusear, explorar e descobrir por si. "Um outro caminho passa por oferecer às crianças micromundos verdadeiramente interessantes onde elas possam *usar* matemática como Brian, ou *pensar* sobre ela, como Debbie, ou *brincar* com ela, como fez Dawn" (PAPERT, 2008, p. 135, grifos do autor). Cabe ao professor um outro papel, como criar cenários favoráveis à aprendizagem. Esses ambientes favoráveis e estimulantes com TDIC somente irão ocorrer se o professor também se permitir mergulhar no universo do novo, do desconhecido, no qual aluno e professores aprendem juntos.

4 METODOLOGIA E CAMINHOS DA INVESTIGAÇÃO

Analisamos nesta seção os aspectos relacionados à metodologia de pesquisa adotada para o processamento das informações da pesquisa qualitativa, relacionada à temática de implementação do estudo de aula, na componente Estágio Supervisionado I do Curso de Licenciatura em Matemática, da Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão[27]/Brasil, num ambiente mediado pela Robótica Educacional. Apresentamos as estratégias e recursos utilizados para a produção dos dados e os princípios de ordem ética adotados no estudo. Apresentamos uma contextualização do campo de investigação, com aspectos históricos e legais. Assim, discutimos a proposta curricular do Curso de Licenciatura em Matemática, seus princípios orientadores e norteadores e a cultura digital proposta. Procuramos compreender a cultura digital dos estagiários, suas trajetórias antes e durante o Curso, e como elas contribuíram para sua permanência no curso de formação inicial de professores de Matemática. Nosso papel como pesquisadores nesse processo investigativo e alguns aspectos sobre os alunos do Ensino Médio participantes do estudo de aula. Apresentamos os eixos de análise e como serão analisados os dados.

4.1 ABORDAGEM QUALITATIVA

Esta investigação está embasada na abordagem qualitativa, na perspectiva de González Rey (2005), que a considera "um processo aberto submetido a infinitos e imprevisíveis desdobramentos, cujo centro organizador é o modelo que o pesquisador desenvolve e em relação ao qual as diferentes informações empíricas adquirem significados" (p. 105).

Bogdan e Biklen (1994) analisam o conceito de pesquisa qualitativa apresentando cinco características básicas que descrevem esse tipo de estudo: i) sua fonte direta de dados origina do ambiente natural e o investigador é o seu principal instrumento. Segundo os autores, a pesquisa qualitativa se desenvolve numa situação natural, o pesquisador tem contato direto e prolongado com o ambiente e a situação de investigação; ii) os dados coletados são descritivos, pois o material é rico em detalhes e descrições das situações, dos fatos ocorridos, das pessoas; iii) o processo é de maior interesse do que o produto. O investigador tem interesse em verificar

[27] A Lei 13.634, de 20 de março de 2018, criou a Universidade Federal de Catalão (UFCAT) a partir do desmembramento da Regional Catalão da UFG. No entanto, os participantes dessa pesquisa ainda terão em seus diplomas o nome da UFG. Sendo assim, decidimos daqui em diante chamar a instituição coparticipante de UFG-Regional Catalão. Mais informações: https://catalao.ufg.br/.

como o problema se manifesta nas ações, atividades e nas interações entre os protagonistas; iv) o pesquisador analisa os dados de forma indutiva, ou seja, não se preocupa com evidências que confirmem hipóteses anteriores ao início do estudo. “Não presume que se sabe o suficiente para reconhecer as questões importantes antes de efectuar a investigação” (p. 50); v) o pesquisador foca nos significados que os participantes atribuem às suas vidas, ou seja, preocupa-se com as perspectivas dos protagonistas e seus modos de perceber as situações vivenciadas. Os autores reforçam a importância do diálogo constante e transparência entre os participantes da investigação.

A pesquisa qualitativa deve propiciar “um espaço permanente de comunicação que terá um valor essencial para os processos de produção de sentido dos sujeitos pesquisados nos diferentes momentos de sua participação nesse processo” (GONZÁLEZ REY, 2005, p. 15).

Por sua vez, quando se trata de pesquisa em educação, a subjetividade tem grande relevância para se abandonar, por um lado,

> a naturalização dos processos associados com à educação, e por outro, a compreender os diferentes momentos do processo educativo através dos processos de significação e sentido gerados em diferentes zonas do tecido social. Esta compreensão leva a superação de um conjunto de dicotomias que historicamente tem estado na compreensão da educação, como a dicotomia entre o social e o individual, o afetivo e o cognitivo, entre outras, o que traz um conjunto de consequências para as representações dominantes até hoje na educação. (GONZÁLEZ REY, 2001, p. 10)

O olhar subjetivo é responsável por detectar indicadores que orientem as ações, pois será um fator relevante para a análise dos dados. Nem sempre caminhos metodológicos pré-estabelecidos podem oferecer material de valor a ser interpretado, assim, ao longo da investigação, vai-se construindo e reconstruindo o caminho adotado, pois há uma constante elaboração de hipóteses. Desse modo, “tanto os aspectos formais da pesquisa, que os definimos como aqueles momentos programados pelo pesquisador, como os aspectos informais, que são situações não esperadas, que aparecem como expressão da própria situação social da pesquisa” (GONZÁLEZ REY, 2001, p. 13), são de extrema relevância.

Lüdke e André (2018) afirmam que a pesquisa qualitativa tem como objetivo a produção de conhecimento, a interpretação e a explicação dos fatos e fenômenos naturais e sociais, a indicação de novas respostas aos problemas que se apresentam. Trata-se de investigar, levantar dados, realizar diagnósticos, sistematizar esses dados, visando uma análise rigorosa que contribua na elaboração da ciência, assim, a investigação qualitativa é um processo de descoberta e criação de conhecimento.

Nossa investigação adequou-se às características da abordagem qualitativa apresentadas por Bogdan e Biklen (1994), pois reuniu professores em formação inicial na sala de aula da universidade, ambiente natural da formação. Na condição de pesquisadores, participamos ativamente, por um ano letivo, de todas as atividades realizadas no processo formativo com o estudo de aula, em que as aulas de investigação foram mediadas pela robótica educacional. Além da aplicação de questionários, realização de entrevista individual com os participantes e, anotações em diário de campo, registramos os dados em áudio (transcritos posteriormente), vídeos e em fotos.

Procuramos dar voz aos participantes, pois compreendemos que a comunicação é "via de construção do conhecimento [...], onde dar-se-á ênfase [...] no fato de que uma grande parte dos problemas sociais e humanos se expressa, de modo geral, na comunicação das pessoas seja direta ou indiretamente" (GONZÁLEZ REY, 2005, p. 13). Assim, possibilitamos o espaço para a comunicação durante todo o estudo, o que significa respeitar a participação e a autonomia produtiva dos futuros professores, sendo eles também aprendizes da robótica educacional, podendo contribuir na constituição da metodologia de trabalho com o objeto de estudo.

Os estagiários foram receptivos à proposta, foram construtores de suas aprendizagens, envolveram-se ativamente durantes as atividades da pesquisa, motivaram-se para aprender e para ensinar, portanto, estavam abertos para vivenciar a *experiência* da prática formativa, e também, para serem transformados por ela.

4.2 CARACTERIZANDO A PESQUISA

O Estágio é um "campo de conhecimento" que envolve tanto o curso de formação docente quanto o "campo social" e inclui diferentes atores: o professor da disciplina, aqui designado Orientador de Estágio; professores estagiários em formação, nomeados Estagiários[28]; Professor Supervisor da escola-campo; os alunos da escola-campo; e em menor grau, envolve também coordenadores, diretores, outros gestores escolares e pais. O papel do Estágio é dar condições ao futuro professor para compreender "a complexidade das práticas institucionais e das ações aí praticadas por seus profissionais como alternativa no preparo para sua inserção profissional" (PIMENTA; LIMA, 2017, p. 35).

Pensando em toda essa complexidade que permeia o campo do Estágio, esta pesquisa teve como objetivo **compreender como o estudo de aula com robótica educacional**

[28] Também utilizamos as expressões "futuros professores" e "futuros docentes".

contribuem na formação inicial de professores de Matemática no contexto do Estágio Supervisionado. Para alcançar essa meta, o estudo pauta-se nas afirmações de Fiorentini e Lorenzato (2006), que ao analisarem as definições de vários autores para o conceito de *Pesquisa*, perceberam que alguns termos são recorrentes: investigação, indagação, estudo, assunto, problema, questão, descobrir, esclarecer, buscar, perseguir, metódico, rigoroso, sistemático, consistente. Por fim, concluem que

> pesquisa é um processo de estudo que consiste na busca disciplinada/metódica de saberes ou compreensões acerca de um fenômeno, problema ou questão da realidade ou presente na literatura o qual inquieta/instiga o pesquisador perante o que se sabe ou diz a respeito. (FIORENTINI; LORENZATO, 2006, p. 60)

O estudo qualitativo é o que se desenvolve numa situação natural, tem um plano aberto e flexível e focaliza a realidade de forma complexa e contextualizada (LÜDKE; ANDRÉ, 2018), podendo assumir diferentes formas. Os dados construídos são ricos em pormenores descritivos, que podem estar relacionados a pessoas, locais e/ou conversas, e se prioriza a compreensão dos comportamentos dos sujeitos. Esse tipo de abordagem de investigação necessita de um contato aprofundado com os participantes em seu ambiente natural, local em que ocorre o fenômeno a ser estudado (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

As cinco características das pesquisas qualitativas, descritas por Bogdan e Biklen (1994), são contempladas por esta pesquisa. Entretanto, devemos ressaltar que, além da importância do pesquisador no campo de pesquisa, sua comunicação, a sua subjetividade e, a sua capacidade de interpretar, também é de fundamental relevância à subjetividade dos protagonistas da pesquisa, pois integram o processo. Assim,

> As reflexões dos pesquisadores sobre suas próprias atitudes e observações em campo, suas impressões, irritações, sentimentos, etc., tornam-se dados em si mesmos, construindo parte de interpretação e são, portanto, documentados em diários de pesquisa ou em protocolos de contexto. (FLICK, 2009, p. 25)

Lüdke e André (2018) consideram que "os fatos, os dados não se revelam gratuita e diretamente aos olhos do pesquisador. Nem este os enfrenta desarmado de todos os seus princípios e pressuposições" (p. 5). Muito pelo contrário, é a partir da questão de investigação que o pesquisador questiona os dados, com base "em tudo o que ele conhece do assunto – portanto, em toda a teoria disponível a respeito –, que se vai construir o conhecimento sobre o fato pesquisado" (p. 5).

O estudo ocorreu em aulas da componente Estágio Supervisionado I, no ano letivo de 2018, com dezesseis licenciandos matriculados nessa disciplina do curso de Licenciatura em Matemática, de uma universidade pública. Durante esse processo, observamos e contribuímos com todas as atividades realizadas em sala de aula, desde o primeiro contato dos estagiários com as tecnologias da robótica educacional na disciplina, por meio de aulas de cunho investigativo e exploratório, utilizando os *kits LEGO® Mindstorms Education NXT* como mediação do processo de ensino-aprendizagem da Matemática, passando pelo estudo de aula, com aulas de investigação utilizando a mesma tecnologia para doze alunos da Educação Básica.

A observação participante foi uma importante estratégia utilizada nessa investigação, pois, de acordo com Bogdan e Biklen (1994), o pesquisador se introduz no ambiente dos participantes do estudo, procura conhecê-los e ser conhecido por eles, conquista a confiança, registra sistematicamente tudo que observa e ouve. Para Lüdke e André (2018), a observação do pesquisador deve ser controlada e sistemática, o que indica a necessidade de planejamento cuidadoso e preparação rigorosa para que o investigador saiba "*o quê* e *como* observar" (p. 30).

A observação permite que o pesquisador se aproxime dos participantes, conheça suas perspectivas, apreenda suas visões de mundo, descubra novos aspectos e características do problema, e permite a produção de material para análise, como falas, gestos, expressões corporais. A observação direta ocupa um lugar privilegiado nas abordagens qualitativas (LÜDKE; ANDRÉ, 2018) e foi utilizada durante a pesquisa. A nossa participação e envolvimento no campo de pesquisa foi importante para o processo de registro ativo dos acontecimentos ocorridos, uma maneira de capturar e registrar o modo como se desenvolveu a pesquisa, como os colaboradores interagiram. Nesse processo, em que executamos a narrativa de uma experiência, tivemos que nos compreender dentro daquele espaço, daquela experiência. "A observação direta permite também que o observador chegue mais perto da 'perspectiva dos sujeitos', um importante alvo nas abordagens qualitativas" (LÜDKE; ANDRÉ, 2018, p. 31).

Quanto à observação na pesquisa, Lakatos e Marconi (1982) definem que

> A observação ajuda o pesquisador a identificar e a obter provas a respeito de objetivos sobre os quais os indivíduos não tem consciência, mas que orientam seu comportamento. Desempenha papel importante nos processos observacionais, no contexto da descoberta, e obriga o investigador a um contato mais direto com a realidade. (LAKATOS; MARCONI, 1982, p. 65)

Esta investigação utilizou-se de alguns instrumentos para produção de material para análise, que apresentamos a seguir.

4.2.1 Instrumentos para Produção de Material para Análise

Foram necessários alguns instrumentos para produção de material, sem os quais seria impossível construir as análises e resultados da pesquisa. Os instrumentos de registro e produção dos dados são os seguintes:

1) Diário de campo;
2) Fotografias;
3) Gravação das aulas em áudios, com respectivas transcrições;
4) Documentos produzidos durante a pesquisa;
5) Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (SIGAA);
6) Questionários;
7) Entrevistas.

O diário de campo é fruto dos registros oriundos da nossa observação, inseridos no campo de pesquisa. Tais registros foram a expressão clara dos acontecimentos, das emoções e de informações sobre o estudo, permitindo-nos ainda descrever o campo de pesquisa e também opinião. Tornou-se, então, um momento de análise e reflexão sobre a investigação e suas ações:

> Depois de voltar de cada observação, entrevista, ou qualquer outra sessão de investigação, é típico que o investigador escreva, de preferência num processador de texto ou computador, o que aconteceu. Ele ou ela dão uma descrição das pessoas, objectos, lugares, acontecimentos, actividades e conversas. Em adição e como parte dessas notas, o investigador registará ideias, estratégias, reflexões e palpites bem como os padrões que emergem. Isto são as notas de campo: o relato escrito daquilo que o investigador ouve, vê, experiência e pensa no decurso da recolha e reflectindo sobre os dados de estudo qualitativo. (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 150)

As notas de campo, registradas no diário de campo, foram realizadas de acordo com o objetivo da pesquisa e planejamento prévio do que deveria ser anotado e observado. Os registros foram feitos em um caderno e apresentaram as descrições detalhadas das situações rotineiras, dos acontecimentos e das nossas impressões.

As fotografias são recursos importantes como registros de dados, pois podem capturar os momentos que se destacam, registrar simbolicamente essas situações. Duarte e Barros (2008) afirmam que a fotografia é:

> capaz de capturar o acaso, eternizar determinado instante, a fotografia representa uma visão simbólica da imagem original, a partir do olhar de quem produziu aquela imagem. Esses “poderes” da fotografia seriam utilizados de

> maneira diferenciada, de acordo com o tipo de intenção daquela mensagem visual ou, ainda, da comunicação em que ela se insere. (DUARTE; BARROS, 2008, p. 339)

Nesses registros, capturamos momentos importantes, atitudes, expressões faciais e corporais e produções dos estagiários e alunos participantes. As fotografias expressam mensagens subjetivas que contribuem para a análise dos restantes dados da pesquisa.

Inicialmente, as primeiras aulas foram gravadas em áudio e vídeo, para posterior transcrição. Os participantes se sentiram intimidados (BOGDAN; BIKLEN, 1994) no início, mas com o tempo foram se adaptando. À medida que assistíamos os primeiros vídeos, percebemos que não conseguiríamos captar muito daquelas gravações, uma vez que a câmera de vídeo nem sempre estava perto dos falantes, principalmente durantes as atividades práticas com os robôs, o que dificultava captar os diálogos. Por fim, registramos apenas em áudio as fases principais, como as discussões e reflexões que envolviam toda a turma, durante as etapas preparatórias para o estudo de aula. No decorrer do estudo de aula, o registro em áudio foi utilizado ao longo das sessões de planejamento e de reflexão. Todas as gravações em áudio foram transcritas e passaram a compor os dados da pesquisa.

A produção e registro dos documentos da disciplina foram feitos por meio de um AVA na plataforma SIGAA, disponibilizado ao professor pela Instituição Coparticipante. Foram propostos relatórios parciais (Apêndice B) e final, artigo final, planos de aula e material didático. Esses documentos compuseram parte fundamental dos dados da pesquisa, pois compreendemos que "a análise documental pode se constituir numa técnica valiosa de abordagem de dados qualitativos, seja complementando as informações obtidas por outras técnicas, seja desvelando aspectos novos de um tema ou problema" (LÜDKE; ANDRÉ, 2018, p. 119). Flick (2009) assegura que são documentos todos aqueles que possuem um padrão de produção e que alguém os produz com algum objetivo e algum tipo de uso. Nessa perspectiva, incluem-se os documentos oficiais do Curso e da disciplina, como Projeto Pedagógico de Curso (PPC), Regulamento de Estágio, plano da disciplina e o projeto ROBOMAT.

Nesse processo de produção de dados também foram usados questionários no início e após encerramento da pesquisa. Esses instrumentos são uma forma de registro a partir de perguntas ordenadas. Aplicamos seis questionários ao longo da investigação, sendo o primeiro realizado por meio do *Google Forms*[29], com *link* de acesso enviado para o *e-mail* dos estagiários

[29] O ***Google Forms*** é um serviço da gigante das buscas que tem por objetivo facilitar a criação de formulários e questionários diversos. Disponível gratuitamente para todos que possuírem uma conta *Google*, o serviço pode ser acessado em diversas plataformas, como *web, desktop* e celular. Ele é útil para todos aqueles que queiram fazer um formulário de

no início da pesquisa (Apêndice C). Os outros cinco questionários foram enviados via *WhatsApp Messenger*[30] (APÊNDICE D, E, F, G, H). Na Tabela 1 apresentamos as características solicitadas nos questionários e a quantidade de respostas obtidas.

Quadro 4 – Características e quantidade de questionários respondidos

Questionário	Característica	Quantidade
1	Socioculturais	16
2	Socioculturais	16
3	Uso de TDIC	9
4	Sobre Planejamento e Colaboração	7
5	Sobre uso do WhatsApp	7
6	Sobre uso do SIGAA	3

Fonte: Elaborada pela Pesquisadora.

Os questionários são instrumentos de registro de dados, constituídos por uma série ordenada de perguntas que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador. Serviram para caracterização e descrição dos participantes e revelaram variáveis importantes como idade, sexo, etc. (LAKATOS; MARCONI, 1982; PÁDUA, 2004; FIORENTINI; LORENZATO, 2006).

Compreendemos a entrevista como um recurso de obtenção de dados mais direto e imediato, de suma importância para registrar dados não documentados e que pode servir para aprofundar o estudo (FIORENTINI; LORENZATO, 2006). No entanto,

> Deve-se levar em consideração que a entrevista tem suas limitações; dependendo da técnica a ser adotada, os entrevistados podem não dar as informações de modo preciso ou o entrevistador pode avaliar/julgar/interpretar de forma distorcida as informações obtidas.
> Por outro lado, a entrevista, como um dos procedimentos mais usados em pesquisa de campo, tem suas vantagens como meio de coleta de dados: possibilita que os dados sejam analisados quantitativa e qualitativamente. (PÁDUA, 2004, p. 70)

Neste projeto, o uso das entrevistas teve como objetivo averiguar se os participantes da pesquisa construíram ou produziram determinados conhecimentos e se foram capazes de compreender, de determinar suas opiniões sobre tais conhecimentos e, principalmente, de conhecer a conduta atual ou do passado, entender o comportamento dos estagiários durante o projeto e os conhecimentos acerca das atividades.

---

pesquisa ou de coleta de opiniões. Disponível em: https://www.techtudo.com.br/tudo-sobre/google-forms.html. Acesso em: 07 abr. 2021.

[30] Aplicativo de mensagens multiplataforma, que permite trocar mensagens gratuitamente, por celular ou computador: www.whatsapp.com.

Quatorze participantes se dispuseram a conceder uma entrevista individual, realizada no horário de aula. Para o participante restante, agendamos um horário extra. As entrevistas nos permitiram retomar algumas dúvidas deixadas pelos dados do primeiro questionário. Além disso, a grande vantagem desse instrumento é que ele

> permite a captação imediata e corrente da informação desejada, praticamente com qualquer tipo de informante e sobre os mais variados tópicos. Uma entrevista benfeita pode permitir o tratamento de assuntos de natureza estritamente pessoal e íntima, assim como temas de natureza complexa e de escolhas nitidamente individuais. (LÜDKE; ANDRÉ, 2018, p. 39)

Para a construção da entrevista (APÊNDICE I) seguimos os cuidados e exigências apontados na literatura (FIORENTINI; LORENZATO, 2006; LAKATOS; MARCONI, 1982; LÜDKE; ANDRÉ, 2018). Elas tiveram uma duração média de 46 minutos cada e totalizaram cerca de 11 horas, 40 minutos e 11 segundos.

Todos os dados somente foram registrados e publicados, mediante consentimento dos participantes envolvidos com a pesquisa, e foram tomadas as devidas providências para que suas identidades fossem protegidas, conforme os aspectos éticos adotados.

4.3 ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA

Este estudo foi inicialmente submetido ao CEP/UFU para avaliação. Seguindo as orientações do CEP, houve o cadastro do projeto na Plataforma Brasil, da UFU. Após aprovação seguiu para o CEP da instituição coparticipante.

Considerando as regras dentro da Instituição Coparticipante, a Regional Catalão-UFG, a investigação teve a aceitação do Diretor da Unidade ofertante do Curso de Licenciatura em Matemática, e a autorização para o uso do Laboratório foi dada pelo respectivo Coordenador e pelo Coordenador de Estágio Supervisionado do Curso (ANEXO A). A investigação foi cadastrada e também seguiu as orientações do CEP dessa instituição.

Para o desenvolvimento do estudo, foi utilizado para produção dos dados: os documentos da disciplina, fotografias, questionários, documentos produzidos pelos alunos, entrevistas e registros de campo. Entre esses, materiais como fotografias e áudio foram destruídos após análise, conforme instruídos pelo CEP/UFU. Além disso, em qualquer publicação[31], a identidade dos participantes da pesquisa sempre é preservada.

[31] Em artigos ou trabalhos de caráter científico (teses, livros, dissertação, revistas).

O processo de recrutamento dos alunos foi feito primeiramente por contato e autorização do professor da disciplina de Estágio Supervisionado I, de um curso de Licenciatura em Matemática de uma Universidade Federal. Todos os licenciandos matriculados nessa disciplina estavam pelo menos no 5.º período do curso e aptos a participar do estudo.

Fizemos o convite aos estagiários matriculados e, na sequência, apresentamos os principais detalhes da investigação e fizemos a leitura, juntamente com os licenciandos, e a apresentação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e de todos os esclarecimentos necessários. Todos decidiram participar da pesquisa, receberam o TCLE em duas vias, uma delas assinada e guardada a outra (APÊNDICE J).

Os futuros professores foram informados que eram livres para escolher deixar de participar da pesquisa a qualquer momento e sem qualquer prejuízo ou coação. Nenhum estagiário solicitou para se retirar da pesquisa.

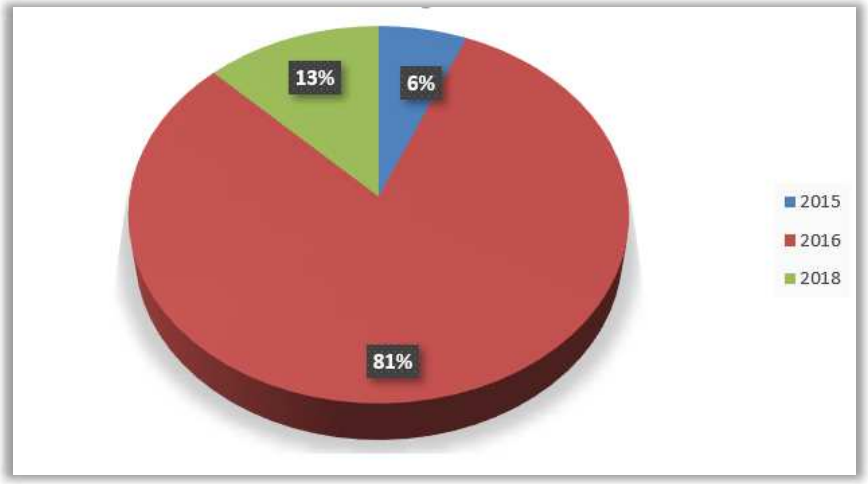
4.4 O CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA DA REGIONAL CATALÃO-UFG

Nesta subseção faremos uma análise sobre o Curso de Licenciatura em Matemática da Regional Catalão-UFG ao qual nossos estagiários estão vinculados. Procuramos compreender quais são os princípios orientadores e norteadores para a criação, condução e avaliação desse Curso, como ele se organiza e a matriz curricular. Além disso, buscamos entender qual a proposta de Estágio; como e quando as TDIC entram no currículo e como contribuem para a formação dos futuros docentes. As informações foram obtidas através dos documentos oficiais PPC (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a), Regulamento Geral do Estágio Curricular Obrigatório e Não-Obrigatório do Curso (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008b) e Política de Estágio Curricular Obrigatório e Não-Obrigatório.

O Curso de Licenciatura em Matemática foi criado em 1988 e, desde então, vem contribuindo para a formação de vários profissionais da educação. Como foi um Curso implantado num *Campus* fora da sede da universidade, inicialmente era uma extensão do curso oferecido pelo Departamento de Matemática da sede e seguia a mesma grade curricular. A matriz curricular passou por duas alterações nesse período, uma em 1992, seguindo o mesmo regime seriado anual e, em 2005, em regime semestral. Em 2008, o antigo Departamento de Matemática do *Campus* em questão, criou seu próprio PPC, com a matriz curricular seguindo o regime semestral para a maioria das disciplinas. Em 2017 o documento sofreu alterações para atender às novas diretrizes nacionais, incluindo todas as disciplinas no regime semestral.

Como a maioria dos estagiários participantes da nossa pesquisa ingressou no Curso no ano de 2016 (Figura 17), a disciplina de Estágio Supervisionado I, contexto da investigação, seguiu a grade curricular aprovada em 2008. É com base no PPC de 2008 que faremos nossas reflexões.

Figura 17 – Gráfico da quantidade de estagiários por ano de ingresso no Curso

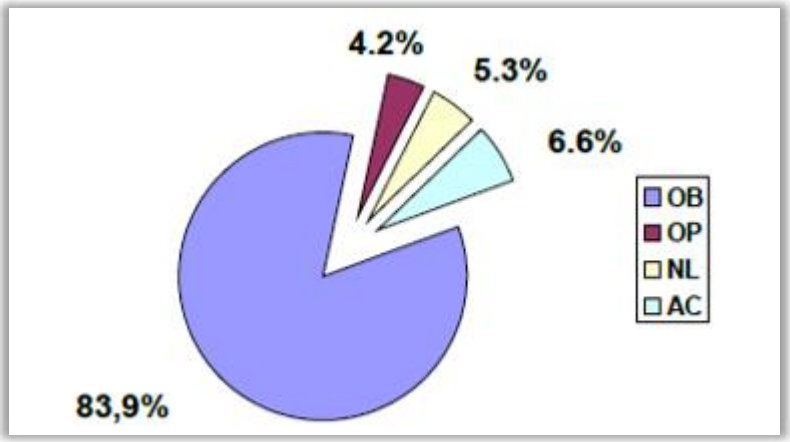


Fonte: Elaborado pela Pesquisadora

4.4.1 Estrutura do Curso de Licenciatura em Matemática da Regional Catalão-UFG

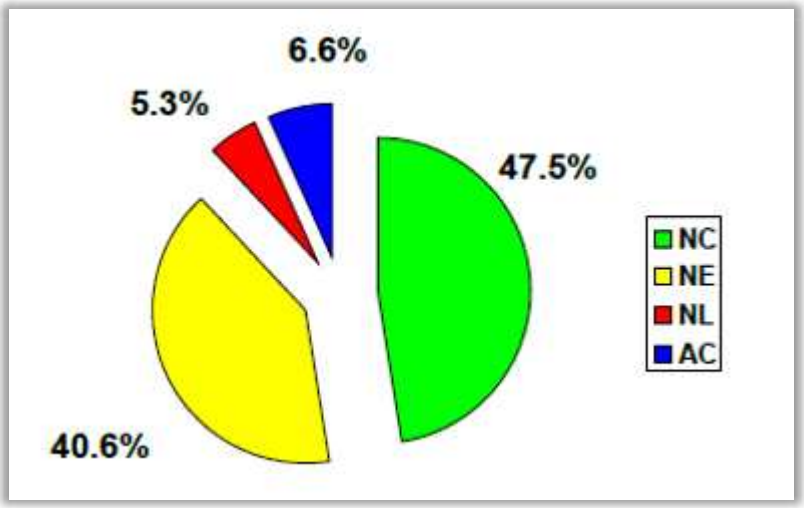
O Curso de Licenciatura em Matemática da Regional Catalão-UFG possui uma estrutura que inclui um Núcleo Comum; um Núcleo Específico; um Núcleo Livre, que inclui disciplinas escolhidas pelo próprio licenciando, dentre as ofertadas no âmbito da instituição (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a). Todas as disciplinas do Núcleo Comum são obrigatórias e contabilizam 1440 horas. No Núcleo Específico, as disciplinas são divididas em obrigatórias e optativas, que somam 1232 horas. São 160 horas de Núcleo Livre e 200 horas de Atividades Complementares. A carga horária do curso contempla um total de 3032 horas (Figuras 18 e 19).

Figura 18 – Distribuição da carga horária do curso entre disciplinas obrigatórias (OB), optativas (OP), núcleo livre (NL) e atividades complementares (AC)



Fonte: Universidade Federal de Goiás (2008a, p. 75).

Figura 19 – Distribuição da carga horária do curso entre disciplinas de Núcleo Comum (NC), Núcleo Específico (NE), Núcleo Livre (NL) e Atividades Complementares (AC)



Fonte: Universidade Federal de Goiás (2008a, p. 75).

Esse PPC está em consonância com as legislações vigentes, nacional e institucional[32]. A Resolução CNE/CP nº 2, de 19 de fevereiro de 2002 institui a integralização mínima de 2800

[32] No âmbito nacional o projeto está alicerçado na Lei nº 9394/96 – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional; no Decreto nº 3276/99 que dispõe sobre a formação em nível superior de professores para atuar na Educação Básica e dá outras providências; no Decreto nº 3554/00 que faz alterações no Decreto nº 3276/99; na Resolução CNE/CP nº 1, de 18 de fevereiro de 2002, que define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena; nas Resoluções CNE/CP 2/2004 e CNE/CP 1/2005 que alteram o Artigo 15 da Resolução CNE/CP nº 1; na Resolução CNE/CP nº 2, de 19 de fevereiro de 2002, que institui a duração e a carga horária dos cursos de licenciatura, de graduação plena, de formação de professores da Educação Básica em nível superior; no Parecer CNE/CES 1.302/2001, de 6 de novembro de 2001, que trata sobre as Diretrizes Curriculares para os cursos de Matemática; na Resolução CNE/CES nº 3, de 18 de fevereiro de 2003, que estabelece as Diretrizes Curriculares para os cursos de Matemática. No âmbito institucional o projeto segue a direção da Resolução CONSUNI nº 06/2002, de 20 de

horas para os cursos de Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, em curso de licenciatura, de graduação plena, sendo 400 horas de prática componente curricular, vivenciadas ao longo do curso; 400 horas de estágio curricular supervisionado a partir do início da segunda metade do curso; 1800 horas de aulas para os conteúdos curriculares de natureza científico-cultural e 200 horas para outras formas de atividades acadêmico-científico-culturais. Assim, a carga horária ofertada (3032 horas) pelo Curso aqui analisado era superior a exigida pela legislação em vigência à época, bem como atendia aos requisitos legais.

No entanto, hoje existem outras legislações vigentes, tanto a nível nacional quanto institucional, que impõem mudanças nos projetos pedagógicos dos cursos de licenciatura, como a RESOLUÇÃO CNE/CP, Nº 2, de 20 de dezembro de 2019, que define novas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação). De acordo com essa Resolução, os cursos em nível superior de licenciatura devem ter uma carga horária mínima de 3200 horas, mantendo as 400 horas de estágio supervisionado[33].

A nova estrutura e a organização curricular proposta pela equipe docente no PPC de 2008 visam:

> fomentar ações pedagógicas e de pesquisa plurais, que respeitem, potencializem e levem adiante os saberes dos educandos, motivando-os a formar redes de aprendizagem e conhecimento que vislumbrem possibilidades educacional-matemáticas que extrapolem as amarras advindas de um tradicionalismo acrítico e compartimentado. Portanto, vislumbra-se que os futuros professores de matemática promovam transformações de modo fundamentado sem comprometer ou descaracterizar a natureza dos conhecimentos matemáticos.
> Esse projeto objetiva, ainda, que os licenciados desempenhem as suas atividades profissionais por meio de um entendimento da matemática enquanto campo histórica, social e culturalmente construído. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a, p. 16-17)

O Curso tem como objetivo formar professores de Matemática para atuar em todas as fases da Educação Básica, tanto nas séries (1ª e 2ª fases) do Ensino Fundamental como em todas

setembro de 2002, que aprova o Regulamento Geral dos Cursos de Graduação da instituição coparticipante e a Resolução CONSUNI nº 11/2004; da Resolução CEPEC nº 631, de 14 de outubro de 2003, que define a política da instituição coparticipante para a Formação de Professores da Educação Básica; da Resolução CEPEC nº 678, de 9 de novembro de 2004, que fixa normas para oferta, inscrição e cancelamento em disciplinas, verificação de aprendizagem e trancamento de matrícula nos cursos de graduação da instituição coparticipante, revogada pela Resolução CEPEC nº 0806, de 05 de dezembro de 2006; da Resolução CEPEC nº 731, de 5 de julho de 2005, que define a política de Estágios da instituição coparticipante para a formação de professores da Educação Básica.

[33] O PPC analisado deve ser novamente revisto para atender as alterações promovidas por essa nova legislação.

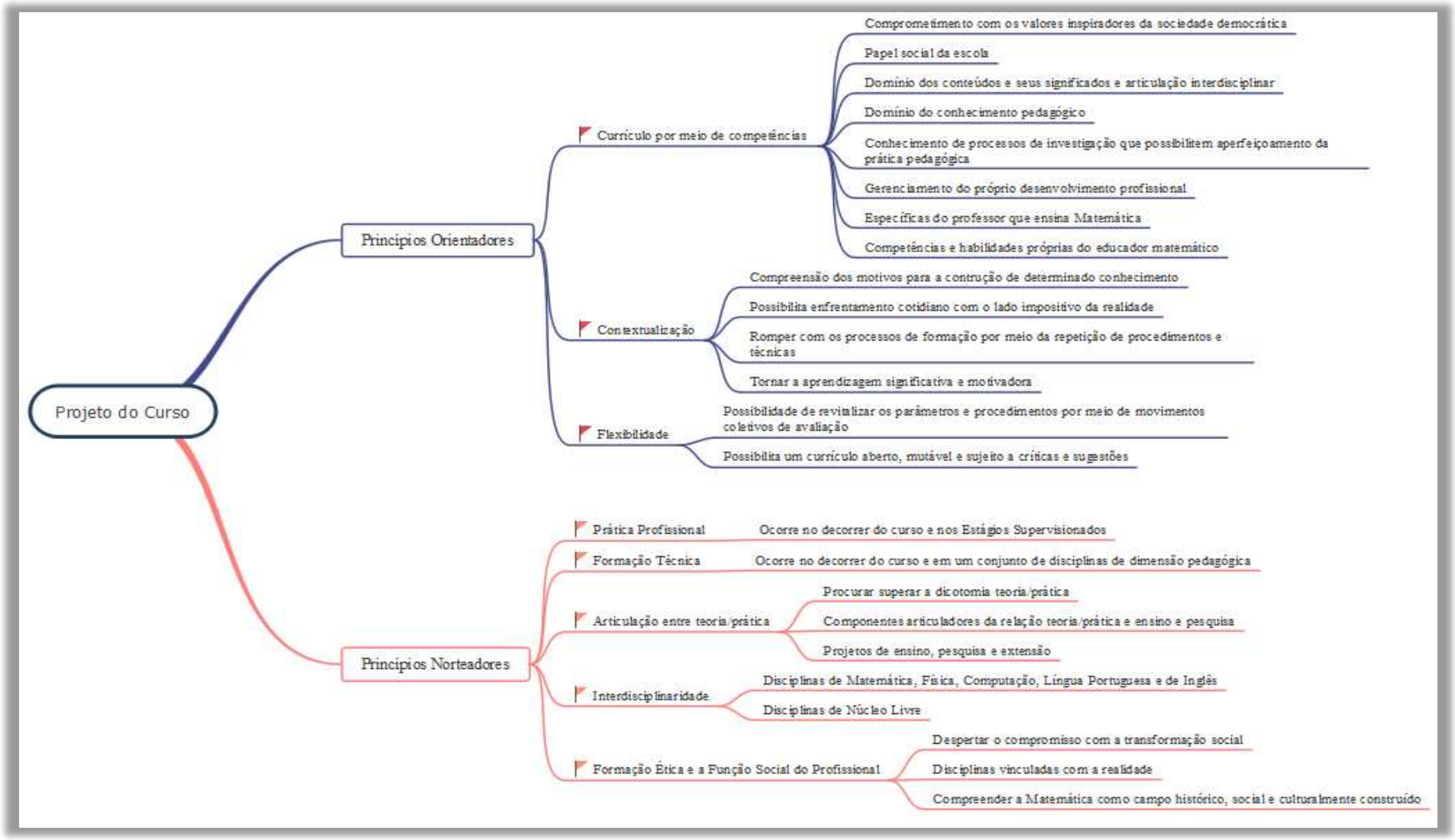
as séries do Ensino Médio. O licenciado poderá atuar também em escolas técnicas, na Educação de Jovens e Adultos e em ações educacionais realizadas por meios tecnológicos a distância. Além disso, ele pode continuar seus estudos acadêmicos em cursos de pós-graduação, nas áreas da Educação Matemática, Matemática ou áreas afins, e seguir a carreira de professor do Ensino Superior. Segundo o documento, existem outros setores de atuação para o licenciado em Matemática, em serviços dos meios industrial e comercial, além de concursos públicos e privados (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a). Dos objetivos específicos desse Curso, destacamos aqueles que de alguma forma se relacionam com a proposta de nossa pesquisa:

> • formar educadores e professores de matemática que sejam, em um só tempo, reflexivos, críticos, criativos, investigadores do universo sócio-cultural em que atuam;
> • formar pesquisadores que façam da sua própria prática docente elemento de reflexão e crítica indispensável ao seu desenvolvimento profissional;
> • desenvolver a capacidade de trabalhar individualmente e coletivamente. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a, p. 17)

Os objetivos indicados alinham-se ao que discutimos até aqui a respeito da formação de professores e o estágio cria um cenário propício de formação pela pesquisa, pela investigação, pela problematização da própria prática e do cotidiano da sala de aula. Segundo orientações para os processos de formação inicial de professores, sintetizadas por Ponte *et al.* (2000, p. 14), "a formação inicial tem a responsabilidade de promover a imagem do professor como profissional reflexivo, empenhado em investigar sobre a sua prática profissional de modo a melhorar o seu ensino e as instituições educativas".

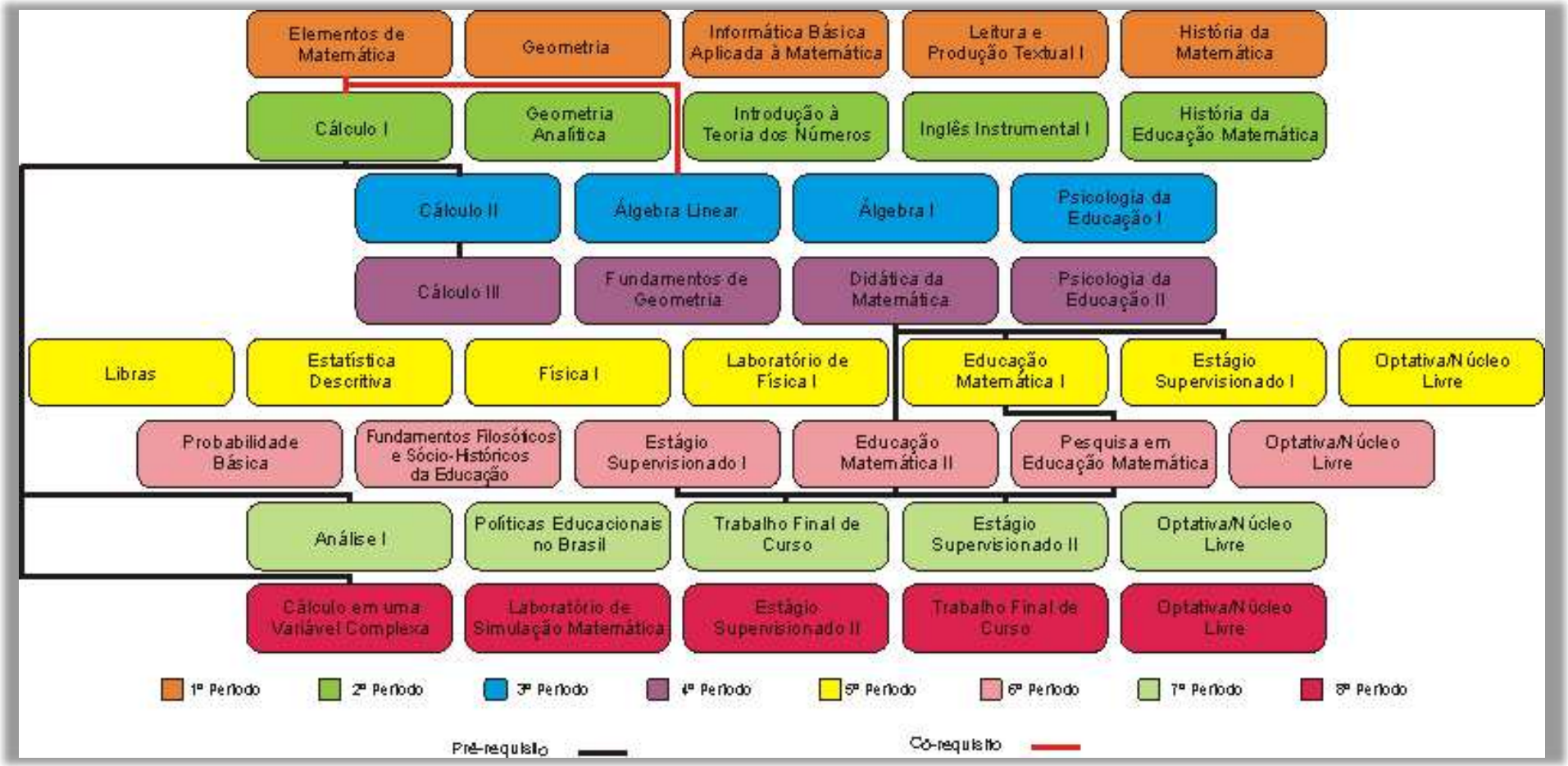
Essa nova proposta de Curso foi elaborada buscando contemplar uma formação na qual "os conhecimentos científico-matemáticos passam a ser visualizados como elementos importantes para a transformação qualitativa das realidades sócio-culturais por meio das suas contribuições para a formação da cidadania" (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a, p. 18). Assim, a Figura 20 mostra nossa compreensão sobre a organização do Curso. Além disso, a Figura 21 mostra o fluxo do Curso, com as disciplinas distribuídas ao longo dos oito semestres letivos. Uma lista de disciplinas optativas pode ser encontrada no PPC. Desse modo, a proposta do Curso se orienta e direciona a partir de alguns princípios, que passaremos a discutir a seguir.

Figura 20 – Organização do Curso de Licenciatura em Matemática



Fonte: Elaborado pela Pesquisadora.

Figura 21 – Diagrama de fluxo do Curso de Licenciatura em Matemática



Fonte: Universidade Federal de Goiás (2008a, p. 62).

4.4.2 Princípios Orientadores e Norteadores do Curso

O currículo do Curso de Licenciatura fundamenta-se em três princípios orientadores: o currículo por meio de competências, a contextualização e a flexibilidade (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a). A proposta pauta-se no entendimento de competências como "esquemas mentais de caráter cognitivo, socioafetivo ou psicomotor, que utilizamos para estabelecer relações com sujeitos, objetos e situações" (BERGER, 1999 *apud* UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a, p. 18).

Fomos buscar em Perrenoud (2000) e em Ponte *et al*. (2000) o conceito de competência. Para Perrenoud (2000), competência é a capacidade de mobilização de diversos recursos cognitivos para o indivíduo enfrentar determinada situação. Situando o pensamento, os licenciandos devem realizar "operações mentais complexas, subentendidas por esquemas de pensamento" (PERRENOUD, 2000, p. 15), enquanto para Ponte *et al*. (2000, p. 8), o conceito de competências do professor "sugere o universo dos diversos conhecimentos e capacidades identificáveis, necessários na sua actividade profissional".

A partir dessas concepções, entendemos que as competências envolvem não apenas os conhecimentos científicos, mas também a mobilização dos conhecimentos anteriores, dos valores, crenças e sentimentos. Todos esses recursos são colocados à disposição para reagir à uma dada situação. Essa percepção coaduna-se com o primeiro princípio orientador do Curso de Licenciatura:

> O currículo por meio de competências procura valorizar recursos que permitam mobilizar valores, conhecimentos, atitudes, emoções, bem como experiências anteriores. Assim, procura valorizar o rol de variáveis que são movimentadas no enfrentamento do educando com um determinado desafio ou situação. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a, p. 18)

Assim, quando o documento que orienta a criação e condução do Curso traz como foco as competências, traz consigo uma responsabilidade e exigência do envolvimento de toda equipe docente, pois "exige-se uma atitude docente que não enxergue nos conteúdos a razão maior da formação, mas os enxergue como meios importantes para o desenvolvimento de competências no alunado" (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a, p. 18). A partir dessa proposta de formação, a equipe espera a promoção da autonomia e da reflexão crítica de seus alunos (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a).

Ponte *et al*. (2000) ressaltam que "um professor competente não resulta da simples justaposição de um rol de competências discretas", mas "a identificação de dimensões decisivas

da prática profissional pode ajudar a clarificar o que se espera afinal do professor de cada nível de ensino e área disciplinar" (p. 9). Portanto, é primordial para a concepção e a construção do curso de formação de professores que o projeto pedagógico indique o currículo por competências que dialoguem entre si. Segundo esses autores, quando a organização curricular de um curso parte das disciplinas e não deixa claro suas metas, objetivos, ponto de partida, etc., podem surgir inconvenientes, como a fragmentação do conhecimento e a falta de articulação entre as disciplinas. Desse modo, um conjunto articulado de competências, "em 'rede', pode ajudar a ultrapassar esses problemas, servindo de guia e de orientação no processo de desenvolvimento curricular dos cursos de formação de professores" (PONTE *et al*., 2000, p. 9, grifo dos autores). A rede de que tratam os autores pode ser observada ao analisar o currículo do Curso, pois as componentes curriculares interagem entre si, por meio de um grupo de competências que são comuns ao grupo de disciplinas (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a).

Analisando o segundo princípio, a contextualização, encontramos em Tufano (2002, p. 40), que contextualizar é o "ato de colocar no contexto. [...] Colocar alguém a par de algo, alguma coisa, uma ação premeditada para situar um indivíduo em um lugar no tempo e no espaço desejado, encadear ideias em um escrito, constituir o texto no seu todo, argumentar".

A contextualização, no documento em análise, vai além da definição de Tufano (2002), pois não se pauta apenas na apresentação de algo. Mas acrescenta que a contextualização "conduz à compreensão dos motivos que levaram à construção de um determinado conhecimento, à sua permanência no meio sócio-cultural – na atualidade estruturado – e à necessidade, ou não, da sua permanência futura" (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a, p. 18). E traz à tona que a contextualização é um processo sociocultural pois "respalda o aluno no enfrentamento cotidiano que mantém com o lado impositivo da realidade, seja em um ponto de vista social, seja em um ponto de vista cultural" (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a, p. 18). Esse pensamento está em consonância com Tomaz e David (2013), que situando o conceito no ambiente da Matemática, entendem a contextualização como:

> um processo sociocultural que consiste em compreendê-la, tal como todo conhecimento cotidiano, científico ou tecnológico, como resultado de uma construção humana, inserida em um processo histórico e social. Portanto não se restringe a meras aplicações do conhecimento escolar em situações cotidianas nem somente às aplicações da Matemática em outros campos científicos. (TOMAZ; DAVID, 2013, p. 19)

A contextualização pode ser uma forma para o professor utilizar seu potencial criativo e ultrapassar o ensino por imitação, repetição de técnicas e procedimentos. Ela pode contribuir para tornar a aprendizagem significativa e motivadora. Contextualizar o ensino e a aprendizagem significa valorizar a experiência e conhecimentos prévios do aluno. Mas não significa limitar-se a realidades locais, mas sim, "relacionar a aprendizagem a situações que façam sentido para o aluno, que sejam a ele significativas" (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a, p. 19).

Por fim, "a flexibilidade é compreendida como uma possibilidade continuada de revitalização dos parâmetros e procedimentos por meio de movimentos coletivos de avaliação" (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a, p. 19). Nesse caso, a flexibilidade dá movimento ao currículo proposto, à possibilidade de ser algo aberto, mutável e sujeito a críticas e sugestões, pois "a flexibilidade está em harmonia à compreensão que vê no conhecimento algo plural e em constante processo de re-construção" (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a, p. 19).

Em consonância com a flexibilidade do Curso estão as disciplinas de Núcleo Livre, regulamentadas pelo RGCG, ofertadas pelas faculdades e institutos da instituição, abertas a todos os alunos dos diferentes cursos. Assim, é comum um aluno do Curso de Licenciatura em Matemática cursar uma disciplina dessa natureza, ofertada pelos cursos de Engenharias, Pedagogia, História ou Geografia, por exemplo.

Os princípios orientadores do projeto do Curso – valorização das competências, contextualização e flexibilidade – foram pensados com o objetivo de dar coerência aos conhecimentos disciplinares propostos no currículo, evitar a fragmentação ou que as partes não se inter-relacionassem com o todo. Para D'Ambrosio (1997, p. 80), o "conhecimento fragmentado dificilmente poderá dar a seus detentores a capacidade de reconhecer e enfrentar tanto problemas quanto situações novas que emergem em um mundo complexo".

Ciente das possíveis contradições ocasionadas pela fragmentação do saber, como a perda de uma visão global do conhecimento, o projeto propõe a harmonização de um programa comum:

> Nesse sentido, se a organização educacional estiver fundada em disciplinas – como está organizada esta proposta – então se espera que os trabalhos desenvolvidos em cada campo estejam harmonizados com um projeto comum. Se isso não se dá, é óbvia e direta a aparição de contradições, o que quase invariavelmente conduz o educando a uma desmotivação, à não se sentir representado em meio às orientações cruzadas que levam os conhecimentos trabalhados a representar objetos não significativos. Este projeto se mostra atento a esta contradição e visa caminhar em uma direção nova, que deixe para

> trás as referências que causam estes contrassensos. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a, p. 19)

Quanto ao ensino de Matemática, o projeto propõe que:

> A matemática pode em muito contribuir para uma formação cidadã, uma formação reflexiva para a compreensão do mundo. Por todos esses motivos é essencial que o currículo do Curso de Licenciatura em Matemática almeje não só sintonizar-se com o projeto pedagógico do referido curso, mas contribuir para sua construção, bem como para suas reconstruções. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a, p. 20)

Como última consideração a respeito dos princípios orientadores do projeto, ele foi pautado na dialogicidade, na partilha, na troca de conhecimentos entre alunos e professores:

> é importante dizer que visualizar nas diferenças entre os indivíduos a valorização do diálogo, a fertilidade imaginativa, a troca de conhecimentos e todo um rol de possibilidades de aprendizagem mútua constitui um paradigma, uma fonte que oportuniza a promoção do respeito à diversidade, do respeito às distintas formas de ser. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a, p. 20)

Os princípios orientadores possibilitaram desenvolver a ação formativa do Estágio Supervisionado I por meio do projeto ROBOMAT: construindo cenários de Matemática com Robótica Educacional. A flexibilidade do currículo permite que a ação possa ser realizada em diferentes instituições de ensino formal ou informal. Como a escola parceira não disponibilizava dos *kits* de robótica, escolhemos um laboratório da universidade coparticipante para realização do projeto. Assim, o estágio foi planejado na perspectiva da robótica educacional como uma ferramenta que promove o ensinar e o aprender Matemática e seguindo o processo do estudo de aula.

Quanto aos princípios norteadores para a formação profissional, são elencados no Projeto Pedagógico do Curso: a prática profissional; a formação técnica; a articulação entre teoria/prática; a interdisciplinaridade; e a formação ética e a função social do profissional.

No que tange à prática profissional,

> O licenciando em Matemática [...] é levado à prática profissional em atividades desenvolvidas no decorrer do curso. Uma vez que a principal função do licenciado é a atuação como professor ele é levado a essa prática principalmente por intermédio do Estágio Curricular Supervisionado, onde passa por um período de conhecimento da estrutura escolar e por um período de regência, [...] o qual visa fornecer aos graduandos os subsídios necessários para o exercício da docência. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a, p. 21)

A prática profissional do futuro professor de Matemática certamente influencia a qualidade do ensino e aprendizagem dos alunos. Envolve várias áreas da atividade do professor (PONTE; SERRAZINA, 2004). Ponte *et al*. (2000) as distinguem em três aspectos: (i) prática letiva, (ii) prática extra letiva e (iii) prática de desenvolvimento profissional ao longo da carreira.

A prática letiva refere-se aos momentos de interação direta com o aluno durante o processo de ensino e aprendizagem (PONTE *et al*., 2000). A prática extra letiva corresponde aos momentos de interação com outras pessoas da comunidade educativa (colegas, familiares do aluno, gestores da instituição, outros alunos, etc.), trabalho (individual ou em grupo) a respeito do planejamento, preparação e avaliação da prática letiva (PONTE *et al*., 2000). Por fim, a prática de desenvolvimento profissional ao longo da carreira diz respeito aos momentos de formação do professor. Os autores argumentam que esses três aspectos da prática profissional se inter-relacionam.

No Curso em análise, a prática letiva e a extra letiva dos futuros professores são possibilitadas, principalmente, nos Estágios Supervisionados I e II, com os períodos de observação, interação e regência. O projeto do Curso prevê esses momentos de práticas durante a participação do licenciando, de forma coletiva e cooperativa, "da elaboração, gestão, desenvolvimento e avaliação do projeto educativo e curricular da escola, atuando em diferentes contextos da prática profissional, além da sala de aula" (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a, p. 28). A prática de desenvolvimento profissional é oportunizada durante todo o Curso, mas também através dos projetos de pesquisa, ensino e extensão, realizados pela instituição e/ou instituto ao qual o Curso está vinculado.

A proposta do Curso prevê que o aluno receba uma formação técnica, ou seja, uma formação teórica, além da formação prática, "atendendo a Resolução CNE/CP 02, de 19/02/002, que em seu artigo 01º define que o Curso deve garantir '400 (quatrocentas) horas de prática como componente curricular, vivenciadas ao logo do curso'" (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a, p. 21, grifos do autor).

O projeto do Curso de Licenciatura

> visa a concretude de um trabalho em que se dá valor a atividades onde há associações entre a teoria e a prática. Assim sendo, este projeto busca superar a dicotomia teoria/prática, prevendo componentes curriculares articuladores da relação entre teoria e prática e entre ensino e pesquisa, ao longo da formação, nas diversas etapas do processo. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a, p. 22)

Compreendemos a atividade docente como *práxis*,

> o que implica uma articulação entre os aspectos teóricos, que como produtos da consciência dão sentido e finalidade às nossas ações; e os aspectos práticos, entendidos como atividades transformadoras que dão materialidade às finalidades prefiguradas da teoria. (PIMENTA; LIMA, 2017, p. 217)

Compreendendo a atividade docente como *práxis*, a articulação entre teoria/prática, deverá estar sempre presente, "pois a prática pode alterar a teoria e esta alimentar a nova prática, transformada" (PIMENTA; LIMA, 2017, p. 217). E assim, o professor é compreendido como um investigador de sua própria prática, que problematiza, confronta teorias e constrói conhecimentos. Desse modo é possível superar "a visão reducionista que o compreende como profissional que se ocupa em reproduzir ou aplicar técnicas de ensino" (p. 218).

O projeto de Curso apresenta uma lista de competências referentes ao conhecimento de processos de investigação, em que buscamos criar oportunidades para que essas competências estejam desenvolvidas pelos futuros professores de Matemática até o final do processo de formação. Essa preocupação é apresentada na proposta da disciplina obrigatória de Pesquisa em Educação Matemática (64 horas/aulas), na qual pretendemos evidenciar as relações e diferenças entre pesquisas em Matemática e em Educação Matemática; o que é um projeto de pesquisa e os diferentes tipos de pesquisa em Educação Matemática, como pesquisa qualitativa e quantitativa, etc. A orientação metodológica aponta para a possibilidade de construção e execução (se possível) de um projeto de pesquisa para estimular o aluno na produção de textos e produções acadêmicas que "estejam relacionadas com trabalhos e atividades desenvolvidos em outras disciplinas de cunho pedagógico cursadas" (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a, p. 55).

Uma característica que vale ressaltar é a presença da disciplina Trabalho Final de Curso (32 horas/aulas), que incorpora e evidencia a pesquisa no Curso. Ao final dessa disciplina, o licenciando deve produzir um trabalho bibliográfico para a obtenção do grau de licenciado em Matemática. Os Trabalhos Finais de Curso devem ser frutos da reflexão sobre a teoria e as experiências vivenciadas durante o Curso. "Estes podem ser produzidos tendo por referência as atividades dos estágios obrigatórios desenvolvidas pelo aluno ou as atividades de pesquisas na área de educação com foco no ensino de matemática" (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a, p. 71). Assim, o Curso de Licenciatura em Matemática evidencia a pesquisa como princípio formativo e a preocupação com a formação do professor crítico, reflexivo, criativo e investigador, que faz de sua prática o ponto de partida para a reflexão e a crítica necessária ao desenvolvimento profissional. Para Gatti e Barreto (2009),

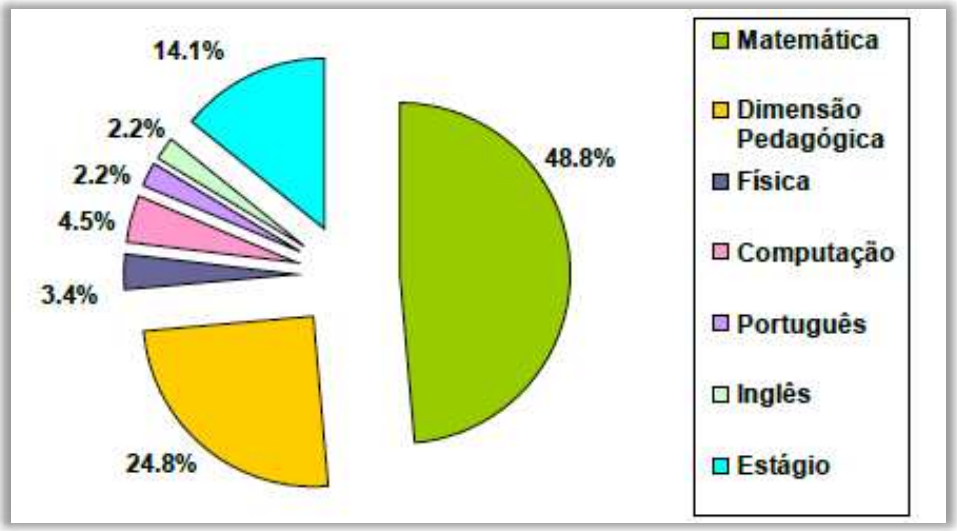
> Essas disciplinas/atividades podem propiciar o desenvolvimento de certas competências e habilidades próprias do educador matemático, capacitando o futuro professor para se expressar escrita e oralmente com clareza e precisão; compreender, criticar e utilizar novas ideias e tecnologias para a resolução de problemas; aprender continuadamente, sendo sua prática profissional também fonte de produção de conhecimento; identificar, formular e resolver problemas na sua área de aplicação, utilizando rigor lógico-científico na análise da situação-problema; estabelecer relações entre a matemática e outras áreas do conhecimento e ter uma educação abrangente, necessária ao entendimento do impacto das soluções encontradas num contexto global e social. (p. 138)

Há no Curso de Licenciatura um espaço para atividades que relacionem ensino, pesquisa e extensão, a fim de promover a indissociabilidade entre teoria e prática, em que "a prática docente crítica [...] envolve o movimento dinâmico, dialético, entre o fazer e o pensar sobre o fazer" (FREIRE, 2010, p. 38).

O caráter interdisciplinar da proposta curricular do Curso de Licenciatura é evidenciado quando apresenta disciplinas de Matemática, Física, Computação, Língua Portuguesa e Inglesa (Figura 22). Além disso,

> O RGCG permite uma maior interdisciplinaridade já que ele determina um percentual de carga horária do curso em Núcleo Livre, possibilitando ao aluno escolha de disciplinas oferecidas por outros cursos do Campus Catalão. Isto proporciona ao aluno uma formação mais geral nos níveis profissional, cultural e humanístico. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a, p. 23)

Figura 22 – Contribuição por área de conhecimento na matriz curricular geral



Fonte: Universidade Federal de Goiás (2008a, p. 76).

Considerando o importante papel do professor na relação entre conhecimento e o aluno, o PPC coloca como busca constante, fomentar

> a atitude consciente do aluno em formação no que tange ao compromisso que deve ter com a transformação social; em um ponto de vista que intencione contribuir em distintas vertentes para uma maior qualidade de vida da população em geral. Esta consciência ganhará corpo e manter-se-á em constante evolução ao se entrelaçar com uma concepção humanista que vislumbre e promova a valorização qualitativa das relações do indivíduo consigo mesmo, do exercício da cidadania, das relações interpessoais, das relações da mulher e do homem com o ambiente, com as culturas e os saberes. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a, p. 23)

Segundo Freire (2010), o trabalho docente deve ser pautado por princípios éticos, compromisso com a transformação social, que valoriza o ser humano e seu contexto social, respeita os direitos e deveres do cidadão. Essa postura ética pode ser alcançada a partir do diálogo, do respeito à autonomia do educando, da solidariedade e do compromisso com a emancipação do educando. Na proposta curricular do Curso, essa postura formativa, compromissada com a ética pedagógica, pode ser observada na forma de apresentar os conteúdos matemáticos, vinculados à realidade do aluno, com a intenção de desenvolver, nos licenciandos, competências necessárias para quando forem atuar nos diferentes contextos escolares.

Para Freire, "através do diálogo, refletindo juntos sobre o que sabemos e não sabemos, podemos, a seguir, atuar criticamente para transformar a realidade" (FREIRE; SHOR, 1986, p. 65). O conhecimento não é exclusivo do professor, mas através do diálogo, professor e alunos vão conhecer juntos, numa investigação conjunta, pois para Freire, "a capacidade do educador de conhecer o objeto refaz-se, a cada vez, através da própria capacidade de conhecer dos alunos, do desenvolvimento de sua compreensão crítica" (p. 65).

Com base na proposta do currículo, podemos destacar que o Curso de Licenciatura em Matemática busca formar professores reflexivos, criativos e que investigam sua própria prática, partindo da compreensão sobre a realidade dos licenciandos, da contextualização e da interdisciplinaridade, para alcançar os conhecimentos e, por fim, desenvolver as competências necessárias para a atuação desses futuros professores de Matemática. Para alcançar essa formação, os licenciandos deverão desenvolver a percepção dos conhecimentos matemáticos como meios para relacionar os saberes do cotidiano e as várias áreas do conhecimento, e assim, possibilitar que os futuros docentes cumpram seu papel de professores.

Os princípios norteadores do Curso foram contemplados nas diferentes ações realizadas nessa investigação, principalmente na fase do estudo de aula, durante as sessões de reflexão,

em que os estagiários tiveram que refletir sobre a prática e para a prática. Esses princípios estão diretamente relacionados aos objetivos do estágio.

4.4.3 TDIC no Curso de Licenciatura em Matemática

Com relação ao conhecimento sobre as TDIC, a proposta curricular do Curso refere-se ao tema, em primeiro momento, quando apresenta as habilidades desenvolvidas pelo licenciado durante o processo de formação. Dentre as habilidades esperadas, destacamos a "Capacidade de utilização em sala de aula de novas tecnologias como vídeo, áudio, computador, internet entre outros" e a "Capacidade de desenvolver projetos, avaliar livros textos, *softwares* educacionais e outros materiais didáticos. Capacidade de organizar cursos, planejar ações de ensino e aprendizagem de matemática" (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a, p. 27, grifos nossos).

Além disso, como o currículo por competências é um dos princípios orientadores do Curso, o programa curricular apresenta uma lista com oito grupos de competências profissionais importantes que os licenciandos devem desenvolver ao longo das disciplinas (Figura 21). Dentre elas, estão as competências referentes aos domínios dos conteúdos a serem socializados, aos seus significados em diferentes contextos e sua articulação interdisciplinar. Vale destacar a competência: "Fazer uso de recursos da tecnologia da informação e da comunicação de forma a aumentar as possibilidades de aprendizagem dos alunos". Essa competência é contemplada em diferentes disciplinas, como: Álgebra I (96 horas/aula) e Álgebra II (64 horas/aula); Álgebra linear (64 horas/aula); Cálculo I, II e III (96 horas/aula cada); Educação Matemática I (64 horas/aula); Estágio Supervisionado I e II (200 horas/aula) e Informática Básica Aplicada à Matemática (64 horas/aula); Laboratório de Simulação Matemática (64 horas/aula), entre outras. Apresentamos alguns exemplos de como as TDIC são trabalhadas nessas componentes curriculares.

Na disciplina Informática Básica Aplicada à Matemática (IBAM), ofertada no primeiro semestre do Curso, o licenciando tem a oportunidade de conhecer diferentes tecnologias, seus recursos e aplicações, especialmente para a Matemática. As aulas dessa componente são realizadas no ambiente de laboratório de informática. Na disciplina de Cálculo III, uma das orientações metodológicas é: "neste ponto, o professor deve escolher exemplos apropriados para utilização de tecnologia computacional" (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a, p. 37).

Na disciplina de Educação Matemática I, um dentre os três pontos da ementa corresponde à Tecnologia Educacional e Tecnologia Informática na Educação Matemática: calculadoras, computadores e aplicativos. Um terço da carga horária dessa componente curricular é voltada a trabalhar a temática das TDIC no processo de ensino-aprendizagem de Matemática. A orientação metodológica é: "O debate acerca do universo tecnológico-educacional também deve vir acompanhado de atividades práticas que mobilizem novas possibilidades educacionais por meio das tecnologias" (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a, p. 39). Essa componente curricular pretende suscitar nos licenciandos a preocupação do uso das TDIC como possibilidade de construção de novas formas para ensinar e aprender Matemática.

Nas orientações metodológicas, em algumas disciplinas do Curso (como Estatística Descritiva, Inferência I e Probabilidade Básica), há a indicação explícita do uso dos laboratórios de informática nas aulas. O documento PPC também pontua que "desenvolver metodologias inovadoras para o ensino da matemática; proporcionar o uso e a familiarização com as tecnologias educacionais" (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a, p. 76) fazem parte dos objetivos das atividades de extensão realizadas pelo instituto responsável pelo Curso de Licenciatura em Matemática. Um exemplo de projeto de extensão, desenvolvido desde 2016, que envolve o uso da Robótica Educacional no ensino de Matemática é o ROBOMAT: Aprendendo Matemática e Física através da Robótica Educacional, mais tarde recadastrado como ROBOMAT: construindo cenários de Matemática com Robótica Educacional.

Como podemos ver, o PPC tem uma proposta clara sobre a implementação das TDIC no processo formativo do professor de Matemática para a Educação Básica. Desse modo, é importante ressaltar que o PPC atende a RESOLUÇÃO CNE/CES 3, de 18 de fevereiro de 2003 que estabelece as Diretrizes Curriculares para os cursos de Matemática e o PARECER CNE/CES 1.302/2001 de 04 de março de 2002, que indica que licenciando deve adquirir familiaridade com o uso do computador e outras tecnologias como instrumentos de trabalho desde o início do curso, bem como deve ser incentivado a utilizá-las para o ensino de Matemática, para a formulação e solução de problemas. Acreditamos que essa investigação contribuiu para a formação profissional do futuro professor de Matemática, bem como pode contribuir para a implementação de novas propostas de formação de professores de Matemática tendo como princípio norteador o uso das TDIC como ferramentas para o processo de ensino-aprendizagem.

Questionamos os estagiários sobre suas experiências educativas com TDIC durante o curso de graduação. Para representar a percepção dos estagiários, produzimos uma "nuvem de

palavras mais frequentes". A nuvem de palavras apresentada na Figura 23, criada no *software* NVivo, a partir dos trechos do questionário 1 relacionados a esse assunto, mostra as 30 palavras mais citadas nas respostas dos estagiários. Podemos perceber nessa nuvem as experiências mais marcantes para os futuros professores.

Figura 23 – Nuvem de palavras acerca das experiências com TDIC no Curso de Licenciatura



Fonte: Nó "contato com TDIC no Curso", criado no NVivo, a partir do questionário 1.

As expressões "robótica" e "educacional" tiveram destaque nessa nuvem, a primeira mais que a segunda. Esse fato se justifica, pois sete estagiários já participaram de atividades na instituição coparticipante, envolvendo a temática da Robótica Educacional. Essas atividades incluem projetos de ensino, como o PIBID, e extensão, como o ROBOMAT, além de experiências realizadas em aulas práticas de algumas disciplinas do Curso. A expressão "pibid" também aparece na nuvem de palavras, pois foi através da participação nesse programa, que alguns estagiários tiveram a oportunidade de conhecer e trabalhar com Robótica Educacional e perceberam, nesta tecnologia, a possibilidade de mudar o processo de ensino-aprendizagem de Matemática. A fala de Linda[34] exemplifica a evidência dessas expressões na nuvem:

> ***Linda**: A universidade dispõe, já no primeiro período, a disciplina: Informática Básica Aplicada a Matemática (IBAM), que foi um primeiro contato com tecnologia. Outro meio/contato tecnológico foi através do*

[34] Alguns estagiários optaram por utilizar os próprios nomes, enquanto outros escolheram nomes fictícios, com a intenção de preservar suas identidades.

> *PIBID, que através da Robótica Educacional, transformou a minha maneira de ver o ensino da Matemática.* (Linda, questionário 1, 2018)

De acordo com a expressão de Linda, podemos conjecturar que a estagiária percebeu a importância da robótica para *inovar* o processo de ensino-aprendizagem de Matemática, ou seja, essa tecnologia possibilita novas formas de ensinar e aprender Matemática.

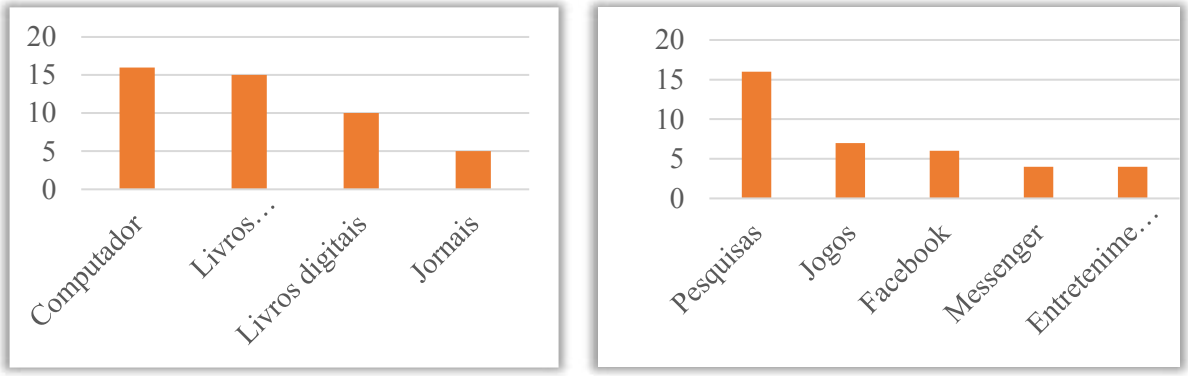
Mas apenas a tecnologia no contexto escolar não basta para *inovar*. Existe uma pluralidade de designações para o tema *inovar*, mas "como se sabe, a inovação insurge-se face ao que está estabelecido (hábitos, rotinas, comportamentos institucionalizados…) e, por isso, é objeto de controvérsia e ocasiona sempre, em maior ou menor grau, reações quer favoráveis quer desfavoráveis" (CARDOSO *apud* LOBO, 2019, p. 55). Para Lobo (2019), a *inovação* envolve o uso de tecnologias, conhecimentos, investigação, um processo não linear, associação de oportunidades, objetivo baseado nos recursos usados e essencialmente, nas pessoas envolvidas. Quando se trata da *inovação* no processo de ensino-aprendizagem, essa deve ser centrada na aprendizagem e não no ensino, o que significa um rompimento no paradigma predominante de ensino, o que requer uma nova postura dos professores e alunos. Nesse caso, a *inovação* tem a intenção de modificar o contexto do processo de ensino-aprendizagem.

Retomando a nuvem de palavras, os estagiários afirmaram que estavam tendo mais acesso às TDIC na graduação do que na escola, como no caso da disciplina IBAM e nos projetos em que participaram. A expressão "pesquisas" também está em destaque na nuvem, uma vez que os estagiários relacionaram as experiências com TDIC no Curso, com a utilização da internet para a realização de pesquisas para os trabalhos e estudo dos conteúdos das disciplinas. O depoimento de Anninha nos dá uma compreensão geral das atividades que envolvem TDIC no Curso:

> ***Anninha**: Desde softwares avançados, em computadores, à aplicativos simples de celular. Até um contato mínimo com os robozinhos da LEGO.* (Anninha, questionário 1, 2018)

A Figura 24-a mostra que os estagiários utilizam diferentes tecnologias para estudar, embora os livros impressos sejam ainda mais utilizados que os digitais. Podemos observar também na Figura 24-b que todos os estagiários usam o computador, buscando informações, conhecimentos acerca dos conteúdos e realizando pesquisas pela internet, como já afirmamos acima.

Figura 24 – Comparação entre (a) Tecnologias usadas para estudo e (b) uso do Computador pelos Estagiários

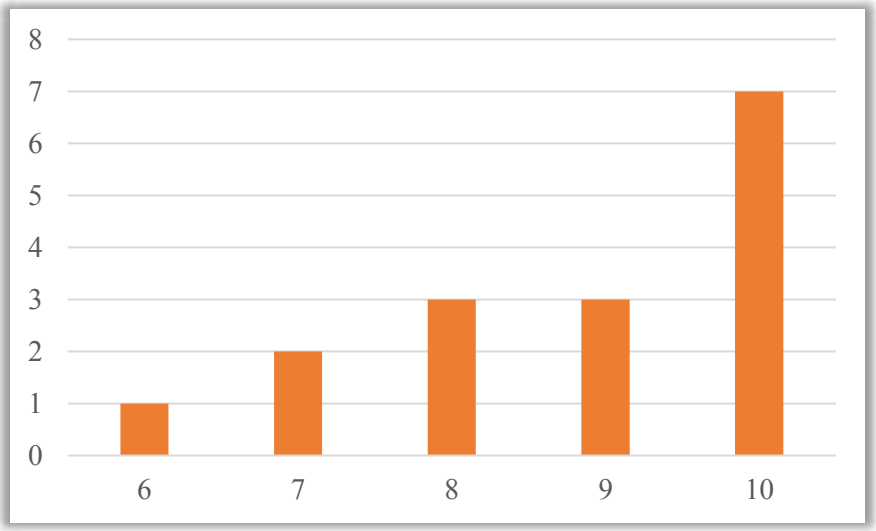


(a) (b)

Fonte: Elaborada pela Pesquisadora.

A resposta dada à pergunta do questionário: Em suas tarefas da universidade, em que grau você utiliza a internet? (Figura 25) corrobora a afirmação de que todos os estagiários dispõem de alguma TDIC para estudar Matemática, sendo a pesquisa por meio da internet utilizada por todos eles. Sete estagiários utilizam a internet para realizar as tarefas acadêmicas (10, numa escala de 0 a 10, enquanto o menor registro de utilização corresponde a 6). O que indica que os estagiários não apresentam dificuldades ou resistência em usar TDIC para aprender Matemática. O grau de utilização da internet para pesquisas varia de um estagiário para outro. Além disso, o gráfico registra ainda o uso do computador para outras atividades, como jogos e as redes sociais. Esses dados evidenciam que os estagiários estão, cada um a seu modo, participando como consumidores e produtores da cultura digital.

Figura 25 – Grau de utilização da internet para realização de tarefas acadêmicas



Fonte: Elaborado pela Pesquisadora.

Voltemos à nossa questão: Como ocorre o contato do licenciando com a cultura digital no Curso de Licenciatura em Matemática investigado? Com base na análise que realizamos, evidenciamos que o Curso tem uma cultura de valorização do uso das TDIC ao longo de todo o processo de formação inicial de professores de Matemática. O licenciando em Matemática tem contato obrigatório com diferentes TDIC desde o início do Curso, nas diferentes componentes curriculares, como mostramos em alguns exemplos. Esse contato inicia-se desde o primeiro semestre letivo e se estende ao longo da trajetória acadêmica.

Além disso, o Projeto Pedagógico de Curso evidencia o entendimento do corpo docente sobre a importância do uso de TDIC no processo de ensinar e aprender Matemática, uma vez que coloca o desafio de inseri-las nas diferentes componentes curriculares. Não se limita às disciplinas, mas nas diferentes ações realizadas pelo instituto, como nos projetos de ensino, pesquisa e extensão desenvolvidos. Essas ações também são oportunidades de mostrar à sociedade o papel do Curso de formação de professores e compartilhar experiências e saberes. Por meio delas, o Curso mostra sua compreensão acerca da indissociabilidade dos três campos de atuação da universidade: ensino, pesquisa e extensão.

Diante da nossa análise sobre a formação proposta pelo currículo do Curso de Licenciatura em Matemática, de como os futuros professores estão percebendo a importância das TDIC durante o seu processo de formação inicial, notamos que alguns estagiários vinculam suas experiências com projetos de ensino, pesquisa e de extensão, dos quais participaram, principalmente, com projetos relacionados à temática da Robótica Educacional. Enquanto outros estagiários relacionam o uso das TDIC nas disciplinas, nas aulas e, principalmente, em suas tarefas acadêmicas, como o uso da internet para pesquisas relacionadas aos conteúdos estudados.

4.4.4 O Estágio Supervisionado do Curso de Licenciatura

Nesta subseção faremos a análise de como se organiza o Estágio Curricular no Curso, para que possamos compreender as diretrizes para esse importante campo de conhecimentos da formação inicial do professor. Encontramos os documentos que tratam do Estágio no Curso: o PPC e o Regulamento Geral do Estágio Curricular Obrigatório e Não-Obrigatório do Curso. No PPC identificamos o capítulo 10, sobre a Política de Estágio Curricular Obrigatório e Não-Obrigatório, que trata da estrutura de duas modalidades de estágio, obrigatório e não-obrigatório. No documento Regulamento Geral do Estágio Curricular Obrigatório e Não-Obrigatório do Curso “estão sistematizadas as diretrizes e as ações que harmonizam as

concepções de estágio [do Curso de Licenciatura em Matemática] [...] à legislação educacional nacional em vigor" (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008b, p. 2).

De acordo com o PPC, é no Estágio Supervisionado que o estagiário é conduzido à prática profissional e no qual adquire os conhecimentos e saberes necessários para sua futura atuação. O Estágio Curricular Obrigatório é dividido em duas componentes curriculares, pertencentes ao núcleo específico de natureza obrigatória, a saber, Estágio Supervisionado I e Estágio Supervisionado II. Essas componentes disciplinares são anuais, com uma carga horária de 200h cada uma e iniciam na segunda metade do Curso. Essa distribuição dos estágios na segunda metade do curso possibilita que o licenciando adquira e desenvolva conhecimentos durante a primeira metade, preparando-se para as atividades seguintes.

A Política de Estágio torna clara a necessidade de se valorizar a formação do professor, "sendo necessário encarar o ato de ensinar como aquele que permite ao professor colocar-se na perspectiva de busca de verdades sobre as ações que o formam e que lhe possibilitam contribuir para a formação de outros" (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a, p. 64). Por outro lado, ela apresenta esse processo como algo permanente, "a fim de valorizar de modo continuado a identidade do professor, bem como o seu desenvolvimento profissional. O estágio surge neste cenário como um elemento curricular de grande importância" (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a, p. 101).

Os objetivos do Estágio Curricular, encontrados tanto na Política de Estágio quanto no Regulamento de Estágio, são:

> I. Integrar o processo de formação do futuro licenciado em Matemática, de modo a considerar o campo de atuação como objeto de análise, de investigação e de interpretação crítica, a partir dos nexos com os demais componentes do currículo;
> II. Constituir-se como um espaço formativo que atenda às necessidades sociais, preservando os valores éticos que devem orientar a prática profissional;
> III. Constituir-se como um espaço formativo capaz de desenvolver a autonomia intelectual e profissional, possibilitando ao licenciado em matemática criticar, inovar, bem como lidar com a diversidade dos contextos;
> IV. Oferecer uma aproximação e compreensão da realidade profissional. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a, p. 102-103)

Os dois Estágios Supervisionados propostos diferenciam-se, levando em consideração a aproximação progressiva do licenciando ao ambiente da sala de sala. Enquanto o Estágio Supervisionado I prima pelo desenvolvimento de projetos, tendo como base a observação e a análise da ação que pode ocorrer na escola, na universidade, ou em alguma instituição como hospitais, cursos profissionalizantes, etc., o Estágio Supervisionado II ocorre exclusivamente

em ambientes escolares, passando pelas fases de observação, interação e regência. Essa proposta está em acordo com Ponte *et al.* (2000), quando sugere que:

> as experiências de campo devem ser progressivas, começando por actividades de observação e análise, devendo culminar com um estágio profissional, ou seja, com o exercício efectivo e em plenitude de funções docentes/educativas, por parte do formando-estagiário, sob uma supervisão adequada. (p. 13)

Doravante, vamos fixar nossa atenção no Estágio Supervisionado I, cujos agentes responsáveis são: o Coordenador de Estágio, o professor Orientador de Estágio e suas respectivas atribuições. Dentre as funções do Coordenador de Estágio, de acordo com o Art. 2° do Regulamento de Estágio, destacamos "Coordenar, acompanhar e providenciar, quando for o caso, a escolha dos locais de estágio, ou seja, as Escolas-campo e os Projetos de Estágio" e "Orientar e distribuir os estagiários nas Escolas-campo e nos Projetos de Estágio" (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a, p. 110). O Professor Orientador de Estágio é o professor da disciplina, de acordo com o Art. 4° do Regulamento de Estágio, tem como funções:

> a) Coordenar [...] ou acompanhar [...] o projeto que será desenvolvido junto ao seu grupo de orientandos.
> b) Proceder, em conjunto com o coordenador de estágio e os demais professores orientadores, em harmonia com as diretrizes do projeto de estágio, a escolha dos locais em que o estágio será realizado;
> c) Planejar, acompanhar e avaliar as atividades de estágio juntamente com o estagiário; professor supervisor e o Coordenador de Estágio;
> d) Orientar e acompanhar as atividades práticas de ensino na Escola-campo e/ou no Projeto de Estágio, a saber: elaboração da proposta pedagógica; elaboração do planejamento de ensino e a prática de ensino do estagiário;
> e) Orientar e acompanhar a elaboração do Relatório Final de Estágio;
> f) Avaliar o Relatório Final de Estágio. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008b, p. 111)

Vale ressaltar que no ano de 2018, período letivo em que ocorreu a pesquisa de campo e produção do material para análise, os cargos de Coordenador de Estágio e Professor Orientador de Estágio foram ocupados pelo mesmo professor do instituto. Além disso, o projeto de Estágio, devido às suas especificidades e demanda de equipamentos, foi realizado em um Laboratório no ambiente da universidade.

O estagiário é reconhecido como o participante do Estágio, com as seguintes atribuições:

> a) Participar efetivamente de todas as atividades inerentes ao Estágio Curricular;
> b) Seguir as normas estabelecidas para o estágio;

> c) Solicitar orientações e acompanhamento do professor orientador ou do professor supervisor sempre que isso se fizer necessário;
> d) Elaborar o Relatório Final de Estágio, tanto no Estágio Supervisionado I quanto no Estágio Supervisionado II, e apresentá-lo dentro do período estipulado pela Coordenação de Estágio. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008b, p. 111)

Apesar de não aparecer entre os agentes responsáveis pelo Estágio Supervisionado I, apenas no Estágio Supervisionado II, em nossa pesquisa, tivemos também a figura do Professor Supervisor, que é o professor da Escola-campo. Ele teve a função de: mediar o diálogo entre a Coordenação de Estágio e a gestão escolar; selecionar os alunos do Ensino Médio para participar do ROBOMAT; promover os recursos e meios para deslocamento desses alunos entre as cidades; acompanhar esses alunos durante o deslocamento; acompanhar as atividades práticas de ensino durante as ações do ROBOMAT e avaliar as atividades de estágio juntamente com o grupo.

O Estágio Supervisionado I tem como ementa:

> O licenciando deverá desenvolver um saber na ação, sob a supervisão de um professor do Departamento de Matemática, através da vivência de uma situação de prestação de serviço docente. A ação poderá ser desenvolvida: numa instituição de ensino formal, escolas de Ensino Fundamental ou médio da rede pública ou particular (profissional ou não), ou em instituições de ensino não formal tais como: hospitais, instituições de ensino de alunos com necessidades especiais, ou em cursos de aceleração, ou cursos profissionalizantes. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008b, p. 43)

As atividades previstas para o Estágio Supervisionado I devem envolver "a ação pedagógica do discente à realização de um projeto de formação, que articule o desenvolvimento de competências individuais ligadas ao aprimoramento das ações educativas nos mais variados espaços educacionais" (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008b, p. 104). Dentre as atividades possíveis e previstas no Regulamento pode ser proposto um projeto de Estágio, desde que este esteja cadastrado na Coordenação de Estágio do Curso.

A flexibilidade do currículo, também observada na proposta do Estágio Supervisionado I, além dos demais princípios orientadores e norteadores, possibilitou que pudéssemos desenvolver o projeto de estágio vinculado ao uso das TDIC para ensinar e aprender Matemática, o ROBOMAT, para alunos do Ensino Médio.

4.5 PARTICIPANTES DA PESQUISA

A formação inicial de professores é um campo complexo, envolve vários elementos, "é situada como um tempo e espaço de reflexão sobre os desafios postos ao desenvolvimento da profissão" (PIMENTA; LIMA; COSTA, 2017, p. 207).

A formação inicial é de grande relevância na formação docente. Ponte *et al.* (2000) consideram que a formação inicial deve: i) enquanto base da formação docente, ser articulada com a pós-graduação; ii) proporcionar um conjunto de saberes estruturados de forma progressiva, direcionados para o exercício da atividade prática para desenvolver competências profissionais; iii) partir das crenças e conhecimentos que os futuros professores trazem da Educação Básica; iv) promover a prática reflexiva e a investigação sobre a própria prática; e iv) considerar diversas metodologias de ensino, aprendizagem e avaliação do graduando.

De acordo com Ponte *et al.* (2000), o licenciando traz consigo a intuição do que é uma 'boa' aula, do que é ser um 'bom' professor e como é uma 'boa' relação entre professor e aluno. Essas experiências foram adquiridas na sala de aula, dos tempos de aluno e, por falta de experiência, os licenciandos evocam "às imagens e recordações das estratégias e procedimentos de ensino de professores com que se identificam, às recordações de si como alunos, dos seus interesses e níveis de habilidade nas actividades, para derivar expectativas para os seus alunos" (PONTE *et al.,* 2000, p. 14). Essa proximidade com a sala de aula passa a falsa sensação de que ensinar é algo fácil e que existe pouco a aprender. Essa impressão, somada aos conhecimentos e crenças que os licenciandos trazem consigo, "se constituem como filtros da informação e das perspectivas veiculadas pela formação inicial" (p. 14). Isso mostra que é importante confrontar ou desafiar o licenciando com o que ele já sabe ou pensa que sabe para poder desenvolver uma nova postura perante os desafios da prática docente.

Assim, compreendendo a importância da formação inicial para o futuro professor, esta pesquisa se desenvolveu na disciplina de Estágio Supervisionado I do curso de Graduação em Matemática, de uma universidade pública federal brasileira, no ano letivo de 2018.

No entanto, esta tese foi construída com a participação de diferentes protagonistas, que juntos deram suporte para que tudo acontecesse de forma harmoniosa e colaborativa. Dentre essas pessoas, temos o professor da disciplina Estágio Supervisionado I, que também era Coordenador de Estágio do Curso de Licenciatura em Matemática da instituição coparticipante; os futuros professores de Matemática matriculados na disciplina, aqui denominados estagiários; o professor de Matemática de uma escola pública estadual de uma cidade; e os alunos do Ensino Médio. É importante salientar que esta pesquisa contou com a colaboração dos pais, que

autorizaram a participação de seus filhos e seu deslocamento entre as cidades; da gestão escolar, que não mediu esforços para viabilizar os recursos; juntamente com a prefeitura municipal daquela cidade, que custeou as despesas de transporte dos secundaristas e possibilitou a participação dos alunos.

Dezessete licenciandos matricularam-se na componente curricular, aceitando prontamente nosso convite para participar da pesquisa. Todos assinaram o TCLE, mas um deles desistiu da disciplina logo no início e, portanto, não participou da pesquisa até o final. Assim, optamos por desconsiderar todos os dados iniciais fornecidos por ele.

A produção de material para a pesquisa aconteceu no horário regular da disciplina Estágio Supervisionado I, oferecida no primeiro horário da noite às segundas-feiras, das 17:30 às 19:00, e no período vespertino às sextas-feiras, das 13:00 às 17:00. Todos os participantes cursavam a partir do quinto período de curso.

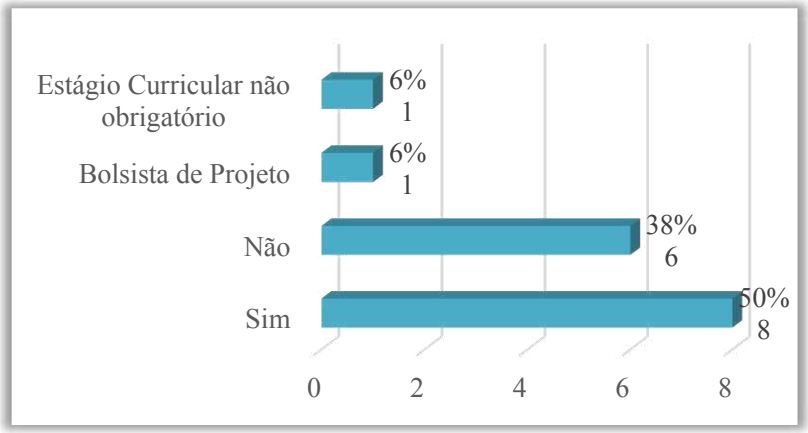
Desse modo, foram dezesseis participantes da pesquisa, oito mulheres e oito homens, sendo quinze (94%) solteiros(as), treze (81%) residentes na cidade de Catalão-GO e três (19%) residentes em Ipameri-GO, sendo que dois deles viajaram diariamente cerca de 124 km para assistir às aulas. Dos 16 pesquisados, 11 moram com seus familiares e os demais, com amigos (1), com namorada (1) ou sozinho (3).

Dentre os estagiários, um aluno tinha bolsa de Estágio Curricular não obrigatório, realizado numa escola numa cidade vizinha, e outro, tinha bolsa de projeto de extensão realizado em parceria com a Universidade Coparticipante. Dos restantes, seis (38%) não trabalhavam e 8 (50%) trabalhavam (Figura 26). Os oito trabalhadores conseguiram liberação do trabalho para participar do estágio. Como as aulas ocorreram durante a tarde e final da tarde, a liberação do trabalho foi fundamental para que o estagiário pudesse realizar o estágio. Muitos graduandos matriculados no curso encontram dificuldades para conciliar as agendas pessoais e profissionais com o horário das aulas do estágio.

Vamos voltar nossa atenção à cultura digital dos estagiários. Segundo Santos L. (2012, p. 3), a cultura digital é o "conceito no qual estão inseridos os sujeitos que se relacionam com as mídias interativas e aqueles que não são tão familiarizados com estas". Esse fenômeno que envolve adultos, crianças e jovens, principalmente os dois últimos, por sua vez "trouxe alterações significativas para o modo como percebemos, relacionamo-nos e nos comunicamos" (p. 3). No entanto, a cultura digital não é um movimento que destrói ou elimina as culturas existentes ou outras formas de pensar, de sentir ou de agir que não estejam previstas nessa nova cultura. É uma ruptura da atual cultura para a criação de uma nova cultura. Ela está em permanente expansão, portanto, dialoga e progride com a integração de aspectos da cultura

popular com seus valores, conhecimentos, práticas, tempos e conceitos próprios (KENSKI, 2018).

Figura 26 – Distribuição do percentual de participantes da pesquisa pela ocupação

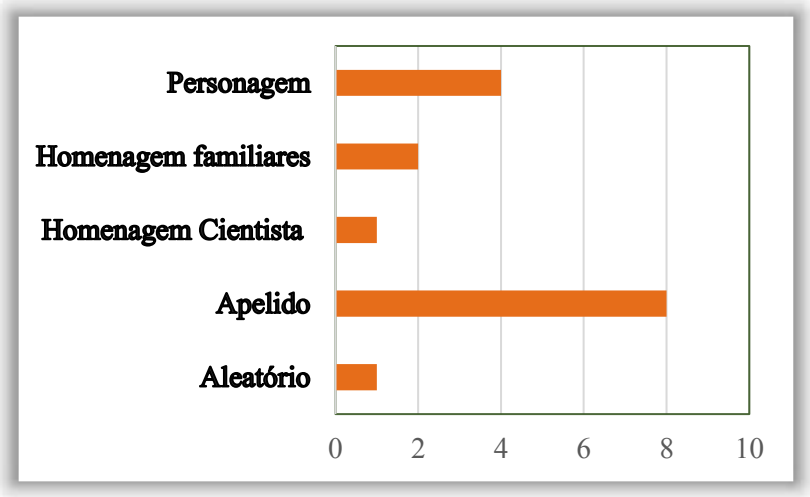


Fonte: Elaborada pela Pesquisadora.

Assim, é possível compreendermos a cultura digital dos estagiários, compreendendo que cada indivíduo possui sua própria história, construída tanto fora quanto dentro da universidade. As diferentes culturas digitais evidenciam os valores, os conhecimentos, os conceitos, os diversos caminhos trilhados, as diferentes experiências, as preferências com relação à leitura e entretenimento, inclusive em relação à situação financeira.

Pensando assim, buscamos compreender as diferentes culturas digitais dos estagiários participantes desta pesquisa. No primeiro questionário solicitamos que cada um deles escolhesse um apelido para que pudéssemos nomeá-los durante nossa escrita, sem riscos de revelar suas identidades. Eles fizeram diferentes escolhas (Figura 27), dois homenagearam seus pais, oito escolheram apelidos dados por familiares e/ou amigos. Além desses, quatro estagiários homenagearam personagens de seu interesse (um personagem de desenho, um de anime, um de literatura e um de filme), enquanto outro, homenageou um cientista. Esses apelidos revelam traços da cultura digital desses estagiários: suas relações com familiares, amigos, seus gostos pelas leituras, por filmes, por um tipo de arte, ciência, etc.

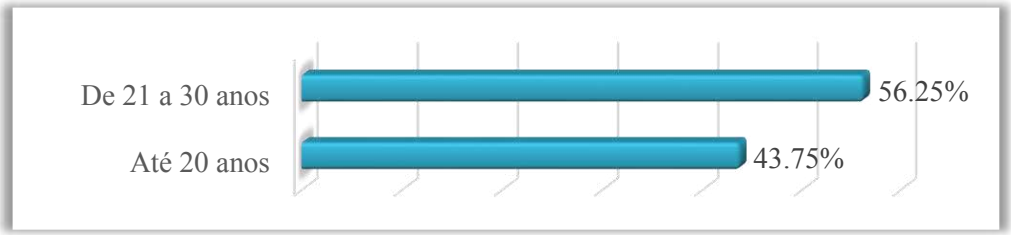
Figura 27 – Contagem de Participantes por Apelido



Fonte: Elaborado pela Pesquisadora.

A Figura 28 mostra que os participantes eram jovens, cuja maioria (cerca de 56%) tinha entre 21 e 30 anos e os demais, tinham menos de 20 anos.

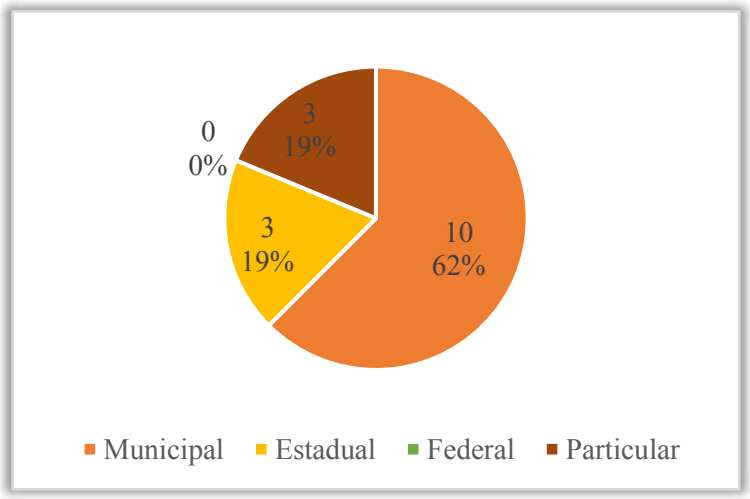
Figura 28 – Distribuição do percentual de participantes da pesquisa por faixa etária



Fonte: Elaborado pela Pesquisadora.

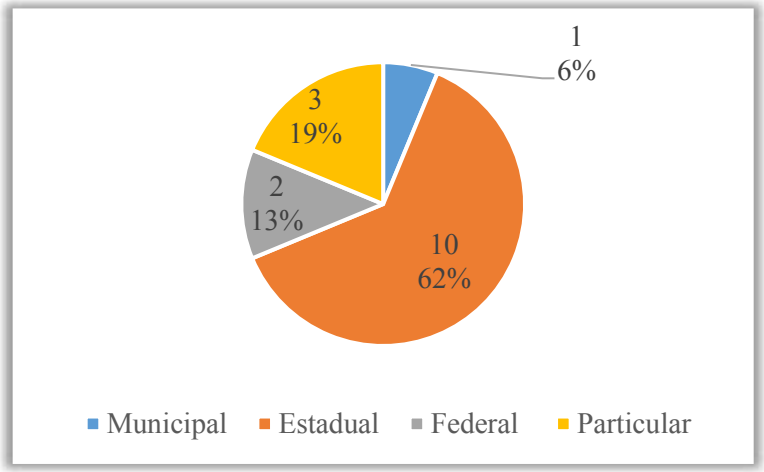
Aproximadamente, 62% dos participantes da pesquisa realizaram o Ensino Fundamental em instituições municipais, 19% em instituições estaduais e 19% em escolas particulares (Figura 29). E ainda, como mostra a Figura 30, aproximadamente 6% cursaram o Ensino Médio em instituições municipais, 62% em instituições estaduais, 13% em instituições federais e 19% em instituições particulares.

Figura 29 – Distribuição do percentual de participantes da pesquisa por rede de ensino durante o Ensino Fundamental



Fonte: Elaborada pela Pesquisadora.

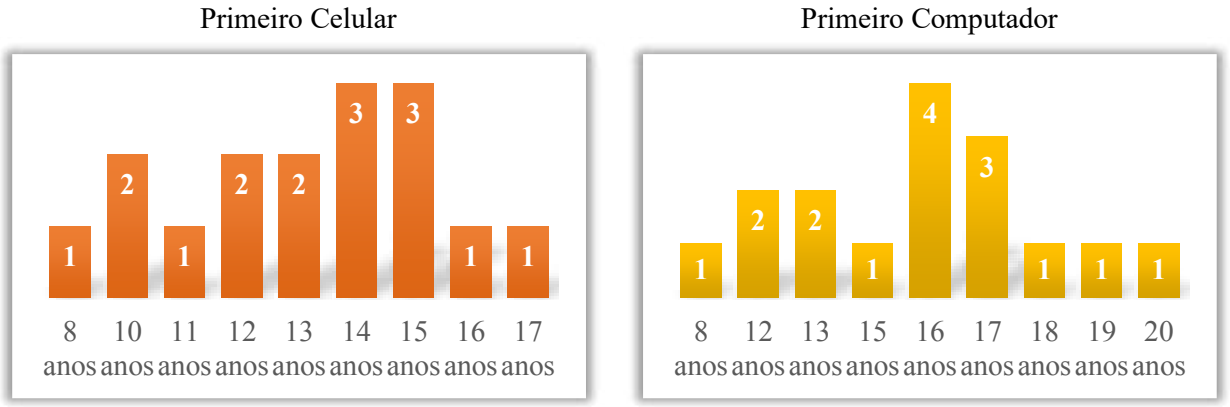
Figura 30 – Distribuição do percentual de participantes da pesquisa por rede de ensino durante o Ensino Médio



Fonte: Elaborada pela Pesquisadora.

Ganharam o primeiro celular e computador (Figura 31) com idades bastante variadas, desde 8 até 17 anos para o primeiro celular e entre 8 e 20 anos para o primeiro computador. Ou seja, alguns tiveram acesso a essas tecnologias quando mais novos, enquanto outros, apenas mais tarde. Hoje é muito difícil estarmos distantes de um computador, pois ele faz parte de muitas atividades cotidianas. As crianças, desde muito pequenas, já têm acesso ao computador ou ao celular. Essa realidade difere da realidade de alguns desses jovens, que só ganharam seu primeiro celular e seu primeiro computador mais tarde.

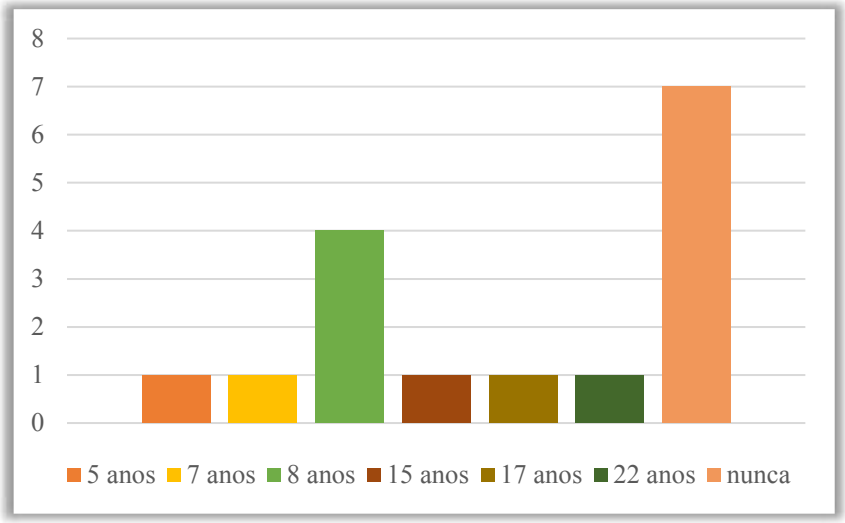
Figura 31 – Idade que ganharam primeiro celular e computador



Fonte: Elaborado pela Pesquisadora.

O mesmo se deu com o videogame, apenas 6 estagiários ganharam seu aparelho até os 8 anos de idade e outros 3, dos 15 aos 22 anos de idade, enquanto 7 deles nunca tiveram um videogame (Figura 32).

Figura 32 – Videogame por idade

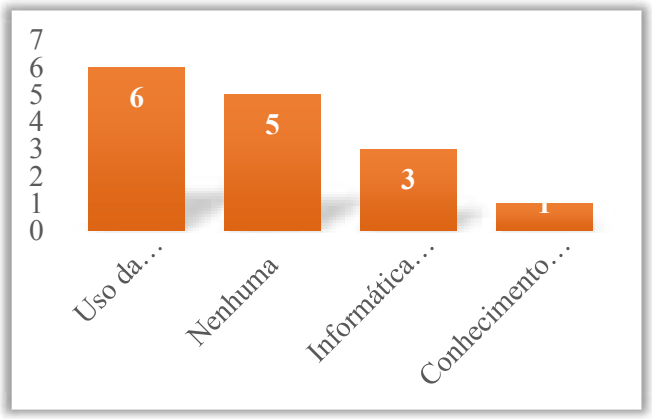


Fonte: Elaborado pela Pesquisadora

Quando perguntamos no questionário 1: *Quais foram as suas experiências educativas com TDIC enquanto estudantes do Ensino Médio?* (Figura 33), descobrimos que pelo menos cinco estagiários não tiveram acesso às TDIC na escola durante o Ensino Médio. Dentre esses, um licenciando citou que teve acesso às redes sociais, *e-mail*, etc., apenas quando entrou na universidade. Além disso, outro citou que assistiu aulas em que os professores utilizaram o Data show. Quatro responderam que tiveram acesso à informática básica ou noções gerais sobre computadores. A forma mais utilizada das TDIC, nesse nível escolar citado, foi o computador

e a internet para a realização de pesquisas para os trabalhos escolares e, mesmo assim, eles afirmaram que esse uso foi pouco e muito restrito. A maioria deles não teve experiências educativas com TDIC enquanto ferramenta mediadora da aprendizagem.

Figura 33 – Experiências dos estagiários com TDIC durante Ensino Médio

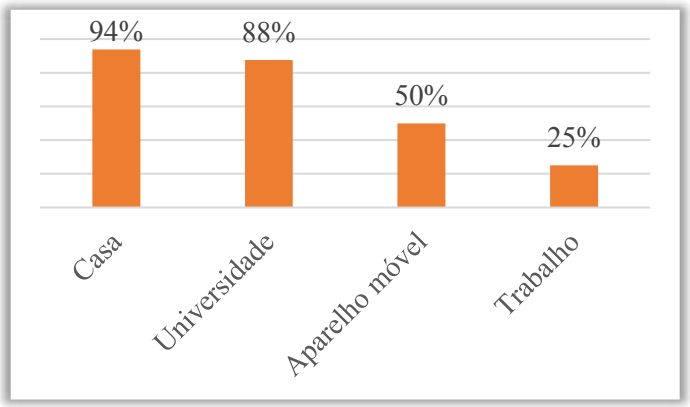


Fonte: Elaborado pela Pesquisadora.

O uso das TDIC favorece e amplia as oportunidades dos licenciandos acessarem a cultura. Todos os estagiários têm computador em casa, seja *notebook* e/ou *desktop*, além dos aparelhos celulares e *tablet*. Eles informaram que têm acesso a essas TDIC e as utilizam frequentemente.

O maior acesso à internet ocorre em casa (94%), seguido da universidade (88%) (Figura 34). A maioria dos estagiários tem disponível mais de um local de acesso à *web*. Os que não têm acesso em casa, conseguem acesso pela rede móvel do aparelho celular, pelo *wi-fi* da universidade e/ou do trabalho.

Figura 34 – Locais de acesso à *internet*



Fonte: Elaborado pela Pesquisadora.

Vale observar que a universidade tem um importante papel de inclusão digital, fornecendo a rede de *wi-fi* aos estudantes, possibilitando que eles naveguem na *web* gratuitamente. Para muitos estudantes, essa é uma oportunidade única, visto que muitos não têm condições financeiras para custear esse recurso em casa. Conforme já observamos, os estagiários afirmaram que utilizam a internet para pesquisas relacionadas com as tarefas e o estudo dos conteúdos. Não é de surpreender que o uso da internet para assuntos relacionados à universidade esteja no topo da lista. No entanto, eles a utilizam de diferentes formas, como a pesquisa por temas relacionados às tecnologias, moda, relacionamentos, curiosidades, trabalho e conhecimentos gerais.

Apenas nove estagiários fizeram cursos de informática, o que inclui informática básica em todos os casos, informática empresarial e *AutoCad*, em um caso cada um. Quanto ao conhecimento sobre *softwares*, os estagiários apresentaram maior domínio relativo a editores de texto e de apresentação. Os dados indicaram que os estagiários têm domínio no uso de *softwares* utilitários, como editores de texto, de apresentação e de tabelas. Mas poucos têm facilidade no uso de editores de áudio, vídeo ou imagem.

O que podemos dizer sobre a cultura digital dos participantes da pesquisa? Em Prensky (2001) encontramos que todos os alunos de hoje são sujeitos da cultura digital:

> Os alunos de hoje – do maternal à faculdade – representam as primeiras gerações que cresceram com esta nova tecnologia. Eles passaram a vida inteira cercados e usando computadores, vídeo games, tocadores de música digitais, câmeras de vídeo, telefones celulares, e todos os outros brinquedos e ferramentas da era digital. Os jogos de computadores, e-mail, a *Internet*, os telefones celulares e as mensagens instantâneas são partes integrais de suas vidas. [...] os alunos de hoje pensam e processam as informações bem diferentes das gerações anteriores. (PRENSKY, 2001, p. 1, grifo nosso)

Pelo que vimos dos dados, os estagiários, apesar de jovens, só vieram a ter acesso a várias tecnologias, como computador, videogames, celulares, etc., mais tarde, quando adolescentes, e até mesmo, já adultos. No entanto, podemos dizer que todos são sujeitos da cultura digital. Ainda podemos dizer que os estagiários têm culturas digitais variadas, são consumidores e/ou produtores da cultura digital a partir do uso das várias mídias em seus cotidianos. Nem todos têm acesso ou interesse pelas mesmas ferramentas tecnológicas, mas todos têm uma desenvoltura instrumental para utilizar as tecnologias digitais. Porém, podemos dizer que não há homogeneidade nesse grupo de futuros professores no que diz respeito ao uso das TDIC, existem competências e preferências variadas (AMIEL; AMARAL, 2013). O fato de alguns estagiários terem acesso e interagirem com algumas tecnologias desde crianças não

significa que todos têm fluência tecnológica, mas apenas parte do que é necessário para ser fluente. Pessoas fluentes com TDIC são aquelas que

> conseguem se expressar criativamente, reformular o conhecimento e sintetizar novas informações. Isso acarreta um processo de aprendizado ao longo da vida em que indivíduos, continuamente, aplicam o que eles sabem para se adaptarem à mudanças e obter novas informações para serem mais eficazes na aplicação de tecnologia no seu trabalho e vida pessoal. (NATIONAL RESEARCH COUNCIL *apud* AMIEL; AMARAL, 2013, p. 3, tradução dos autores)

Assim, vamos ter pessoas mais ou menos fluentes do que outras. Pessoas com maior fluência tecnológica são capazes de se adaptar aos desafios e às mudanças que ocorrem continuamente em nossa sociedade, devido às transformações tecnológicas.

Durante as ações da disciplina, esses estagiários demonstraram já terem desenvolvido alguns conhecimentos importantes para a ação docente a partir das experiências prévias. Isso fez com que muitas vezes, durante as aulas de planejamento ou reflexão, eles apresentassem suas posições ou sugestões baseadas nessas experiências.

4.6 A ESCOLHA E PERMANÊNCIA NO CURSO

Fazemos escolhas o tempo todo. A escolha profissional é uma delas, que coincide com um período de nossas vidas marcado por intensas mudanças (físicas, psicológicas, etc.), crises de identidade, ansiedade, questionamentos e incertezas. Independentemente de estarmos preparados ou não, a escolha profissional marca a transição para a vida adulta. Para muitos, inicia a busca por uma formação técnica ou um curso superior. Para Freire (2010), o ser humano é um ser inacabado e, tendo consciência dessa inconclusão, busca constantemente aprimorar-se:

> Gosto de ser gente porque, inacabado, sei que sou um ser condicionado mas, consciente do inacabamento, sei que posso ir mais além dele. Esta é a diferença profunda entre o ser condicionado e o ser determinado. [...] Gosto de ser gente porque, como tal, percebo afinal que a construção de minha presença no mundo, que não se faz no isolamento, isenta das influências das forças sociais, que não se compreende fora da tensão entre o que herdo geneticamente e o que herdo social, cultural e historicamente, tem muito a ver comigo mesmo. (FREIRE, 2010, p. 53)

Nessa busca de aprimoramento, a escolha profissional e a inserção no mundo do trabalho passa por vários dilemas e sofre influência de diferentes pessoas, situações e instituições. “As possibilidades de escolha profissional não estão relacionadas somente às

características pessoais, mas principalmente ao contexto histórico e ao ambiente sociocultural em que o jovem vive" (GATTI, 2009, p. 10). Além do aspecto salarial, outros fatores e instituições, como a família e a escola, têm forte influência nas escolhas para a vida profissional:

> Ao contrário do que revela o senso comum, o destino de uma pessoa não se prende somente às características próprias de sua personalidade – disposição, inteligência, caráter, vocação, aptidão, dons e méritos pessoais, que podem ser cultivados de maneiras diversas –, mas depende principalmente do fato de ter nascido num determinado momento histórico e num certo ambiente sociocultural, definido por elementos estruturais bem precisos: de ordem econômica, política, educacional. (VALLE, 2006, p. 179)

A escolha pela carreira docente também passa por essas questões. A atratividade das carreiras profissionais está ligada a diferentes fatores, como as mudanças no mundo do trabalho e das carreiras, bem como aspectos relacionados com as condições históricas, sociais e materiais.

Em nossa prática docente no Ensino Superior, especificamente no Curso de Licenciatura em Matemática, temos observado uma baixa procura pelo curso, ao longo dos anos. Essa situação se repete em outras áreas, pois a carreira docente tem sido pouco atrativa nos últimos anos, não só no Brasil, mas também em outros países. Nas últimas décadas, vários países vêm tomando medidas "no sentido de formar de modo mais consistente professores em todos os níveis e de propiciar a esses profissionais carreiras atrativas" (GATTI, 2013, p. 35-36). Algumas das justificativas para a baixa atratividade da carreira docente são a exigência de grande investimento pessoal e familiar (diplomas e concursos), futuro profissional incerto, salários baixos, possibilidades limitadas de ascensão pessoal, precarização do trabalho e exigência de versatilidade (VALLE, 2006).

Segundo Valle (2006), a escolha pela carreira docente ocorre baseada em uma "decisão consciente ou inconsciente tomada durante a escolarização média, ou até mesmo antes dela, em razão da atração que a carreira docente exerce sobre o jovem estudante" (p. 181). Sem pretensão de ascensão social, visto a crise que afeta a docência, "mas acreditam poder conquistar essa posição e apostam na sua revalorização, contentando-se com uma solução provisória e com as perspectivas de uma promoção futura" (p. 181). Ou ainda, a escolha pode ser devido à impossibilidade de realizar outro projeto profissional.

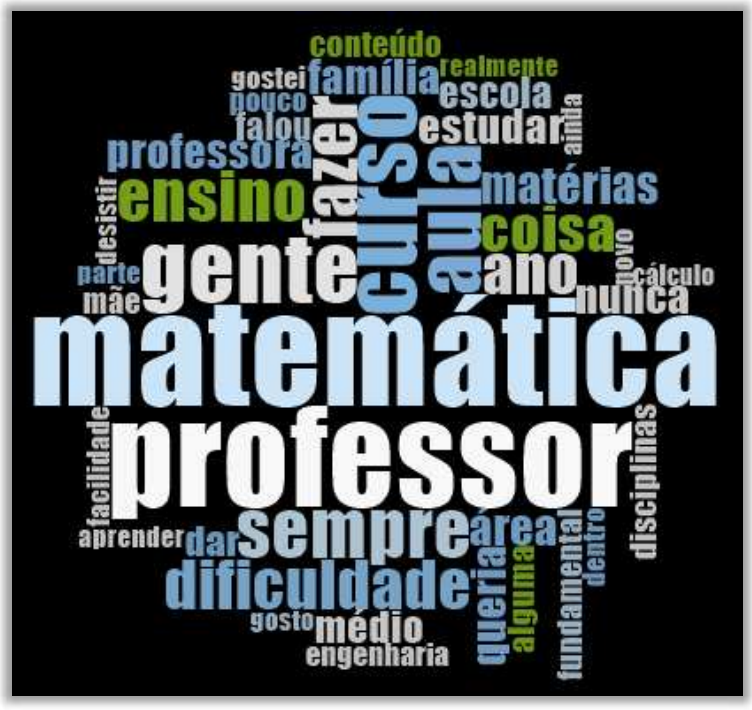
Quando perguntamos aos estagiários sobre "*O que o levou a escolher o Curso de Licenciatura em Matemática?*" no questionário 1, encontramos que, dos 16, apenas 5 (31%) escolheram o Curso por ter vontade de ser professor ou pela paixão pelo ambiente da sala de aula. Esse dado assemelha-se aos resultados obtidos por Souto e Paiva (2013), numa pesquisa realizada com 40 alunos do Curso de Matemática de uma universidade pública brasileira,

ingressantes em 2010, em que apenas 32% fizeram a opção pela licenciatura devido ao desejo de ser professor. Os dados desses pesquisadores mostram a diminuição na procura pela licenciatura em Matemática naquela instituição, ao longo dos últimos anos.

Como não somos iguais, temos histórias, aptidões, experiências diversas, e cada uma delas nos torna únicos, assim, cada estagiário tem suas próprias justificativas (no plural mesmo) que, enunciadas ou não, fizeram parte de suas escolhas profissionais. Dentre as justificativas dadas, identificamos as cinco principais: 12 por afinidade com a Matemática e áreas de exatas; 4 influenciados por alguns de seus professores da Educação Básica; 2 influenciados por familiares; 2 por não terem conseguido atingir nota para o curso que realmente queriam; e 1 pelo mercado de trabalho.

A nuvem de palavras apresentada na Figura 35, criada no *software NVivo* a partir dos trechos do questionário 1 e da entrevista, mostra as mais citadas nas respostas dos estagiários, relacionadas à motivação para a escolha e a permanência no Curso.

Figura 35 – Nuvem de palavras acerca da motivação para a escolha e a permanência no Curso de Licenciatura em Matemática



Fonte: Nó “motivação para o Curso”, criado no NVivo, a partir do questionário 1 e entrevista.

Podemos observar na nuvem que, além da expressão “*matemática*”, as expressões “*professor*” e “*professora*”, “*família*” e “*mãe*” indicam que essas pessoas e instituição, de certo modo, influenciaram os estagiários em suas escolhas profissionais, como já havíamos

encontrado na literatura. Além dessas, a presença de "*facilidade*" para "*aprender*" também aparece relacionada com a aptidão ou afinidade com a Matemática, perceptível na Figura 35, o que reforça o que já havíamos afirmado. Na entrevista, voltamos a essa questão. O trecho da fala de Anninha representa um misto de justificativas, mas sobressai essa vontade e o desejo de ser professora desde a infância.

> ***Anninha**: Eu, desde pequena queria dar aula, né? Era o que eu brincava, de dar aula. Aí, no Ensino Médio, eu achava mais fácil dar aula para minhas colegas e foi indo. Aí eu tive um professor de Matemática de um curso, que eu gostei muito. E minha tia também, tenho várias tias que são professoras, aí eu falei: ah, professora! A Matemática, eu não me via dando aula de Português, nada. Matemática! Sempre dei aula para minhas amigas de Matemática. Então, foi Matemática.* (Anninha, entrevista, 2018)

Das justificativas apontadas pelos estagiários, a escolha com base na vontade de ser professor e na impossibilidade de concretizar um outro projeto profissional, seja pela nota alcançada nos exames de seleção ou outros fatores, vai ao encontro do que já foi apontado por Valle (2006).

Os estagiários revelaram que alguns de seus professores na Educação Básica foram fontes de inspiração e motivação. Inclusive, alguns foram monitores nas aulas de Matemática, incentivados pelos professores, auxiliavam os colegas na realização de tarefas durante as aulas. Algumas vezes, esse atendimento ocorreu no contraturno, com a resolução de tarefas e revisão dos conteúdos, como no caso de JPC e Salazar.

> ***JPC**: Sim, no Ensino Médio, a escola tinha um projeto de uma aula de reforço no contraturno, eles pegavam os melhores alunos e colocavam para ensinar os mais fracos. Eu era o professor. (JPC, entrevista, 2018)*
> ***Salazar**: Sim, por professor da Educação Básica. Eu tive uma professora no fundamental 2, eu acho que lá, ela já enxergou que eu sei fazer é isso. E no Ensino Médio também, os meus professores de exatas me colocavam para dar monitoria.* [...] *Eu estudava de manhã e dava monitoria à noite. Eu passei todo o meu Ensino Médio dando monitoria, bem dizer, para a escola inteira.* (Salazar, entrevista, 2018)

No caso de Linda, essa monitoria se tornou algo mais sério, mas sem vínculo empregatício, com diferentes experiências, com atendimento aos alunos com dificuldades de aprendizagem:

> ***Pesquisadora**: Por que você quer ser professora de Matemática?*
> ***Linda**: Eu sempre convivi com isso,* [...] *então, é uma coisa assim que eu convivia, quando eu entrei nisso, eu já gostei.*
> ***Pesquisadora**: Convivia, como assim, em casa?*
> ***Linda**: Não, porque desde o meu primeiro emprego foi numa escola e eu só*

> *fui trabalhando com isso. Eu dava aula particular, eu trabalhava numa escola particular e meu primeiro emprego foi de monitora numa escola. Então eu sempre convivi nessa área.*
> ***Pesquisadora**: Qual a idade que você tinha?*
> ***Linda**: 12 anos.*
> ***Pesquisadora**: 12 anos? Seu primeiro emprego?*
> ***Linda**: Porque, na época, a cidade era muito pequena, e a gente, tipo, queria ter o nosso dinheirinho, né? Então, única coisa que pessoas mais novas poderiam trabalhar era de monitora na escola. Lá eu ganhava R$100,00 por mês.* (Linda, entrevista, 2018)

Essa experiência remunerada tornou a se repetir na vida de Linda, mais tarde, ao cursar o Ensino Médio, quando uma antiga professora a convidou para dar aulas de diferentes disciplinas em uma escola para alunos com dificuldades de aprendizagem. Essa professora foi muito importante em sua escolha pela carreira da docência em Matemática:

> ***Linda**: Ela foi me incentivando muito, ela que me ajudou a escolher a área, porque eu sabia que eu queria licenciatura, mas eu não sabia qual área que eu ia seguir. Eu sabia o que eu queria. Eu dava aula tanto de História, Geografia, eu dava aula de tudo. Só que ela queria que eu pegasse várias disciplinas para ver qual eu tinha mais aptidão.* (Linda, entrevista, 2018)

As experiências de JPC, Linda e Salazar mostram que a atitude de um professor ao valorizar seus alunos, colocando-os para auxiliar os demais, dar ou criar oportunidades para que eles atuem como monitores voluntários em sala de aula, no horário regular ou fora dele, serviram de reforço positivo para as escolhas profissionais desses estagiários.

"*Engenharia"* também foi outra expressão presente na nuvem, citada por alguns estagiários, pois foi sua primeira escolha para a graduação, mas por motivos diversos, essa vontade não se concretizou. Na entrevista, constatamos que não apenas dois, mas cinco estagiários inicialmente fizeram escolhas para outros cursos, mas que não alcançaram as notas necessárias no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e acabaram optando por Matemática Licenciatura. Uma estagiária iniciou outro curso, mas acabou abandonando e optando pela Licenciatura em Matemática e, por fim, um estagiário que está em seu segundo Curso de Graduação e ali, ajudando os colegas do primeiro curso, descobriu seu interesse em ser professor:

> ***Thiago**: Durante a minha formação em Engenharia, percebi que tinha afinidade para lecionar para meus colegas, e também fui monitor durante dois anos. Após minha formatura como Engenheiro, percebi que para ser professor de uma Engenharia seria bem mais difícil do que imaginei, por esse motivo, escolhi um curso que já tinha afinidade, que era Matemática.* (Thiago, questionário 1, 2018)

As expressões "*dificuldade*" e "*desistir*" também estão à mostra na Figura 35, pois foram citadas por alguns estagiários quando se referiram às dificuldades iniciais encontradas no curso, nas disciplinas e, em alguns momentos, o pensamento em desistir do curso, fazer outra atividade (outro curso, trabalho, etc.), esteve presente. Quanto à identificação e adaptação ao Curso, alguns estagiários relataram que encontraram dificuldades de adaptação em algumas disciplinas, como Álgebra, Análise, Geometria Analítica, etc. O principal motivo relatado com relação às dificuldades e até mesmo reprovações foi devido à falta do hábito de estudo, ou estudo de forma insuficiente, como podemos observar na explicação de Bru:

> ***Pesquisadora**: Você enfrentou dificuldades no curso, até reprovações. Você acredita que foi devido à base inicial ou à forma de estudo?*
> ***Bru**: Oh, eu acho que foi mais do aprender a estudar, porque quando a gente está no Ensino Médio, talvez, fala assim: ah, eu não preciso estudar porque eu sei esse conteúdo aqui. Esse conteúdo que foi me passado, eu não preciso revisar ele porque eu sei. E quando você chega aqui, é o conteúdo que você estudou, só que de uma maneira mais complexa, é um conteúdo que você estudou, só que diferente, aplicado diferente, os professores são diferentes, o tratamento com você é diferente.* (Bru, entrevista, 2018)

Quando o estudante se depara com o novo ambiente de estudo, encontra as primeiras dificuldades. Surgem dilemas quanto à sua escolha, muitos pensam em desistir do curso, muitos ficam oscilando entre um curso e outro e não conseguem definir o que realmente gostam ou querem fazer. Segundo Moura e Menezes (2004, p. 30), "fazer uma escolha ou re-escolha profissional implica em tomar uma decisão, processo para o qual a maior parte das pessoas não é devidamente preparada, seja na família, escola ou demais instituições educativas vigentes".

A adaptação ao curso, aos novos professores, novos colegas, requer do ingressante "uma escolha profissional madura, ajustada, pressupõe capacidade de adaptação, interpretação e juízo da realidade" (MOURA; MENEZES, 2004, p. 30). Os estagiários relataram que precisaram de tempo para compreender a forma correta para estudar e organizar a rotina necessária para se dedicar às tarefas acadêmicas, uma vez que alguns trabalhavam. Aprenderam que é necessário, algumas vezes, a busca independente pelo conhecimento ou para suprir lacunas. Nesse processo de aprendizagem e adaptação, encontraram apoio de colegas e professores o que, para muitos, foi fundamental para a permanência no Curso.

Dentre os estagiários que afirmaram ter começado o Curso por ser a sua segunda opção, alguns afirmaram que iniciaram sem expectativas, mas com o decorrer do tempo, passaram a gostar. É o que identificamos no relato de Larissa:

> ***Pesquisadora:** O que te motivou a querer ser professora de Matemática?*

> ***Larissa:*** *Ai, minha primeira opção não foi Matemática. Aí eu passei, só que eu já passei e coloquei na cabeça que eu ia mudar para a Engenharia Civil. Só que eu gostei e é a área que eu quero permanecer. Mas, assim, o que me motivou mais a permanecer foi porque eu gostei do curso.* (Larissa, entrevista, 2018)

Larissa conta também que o apoio que ela encontrou em alguns professores e colegas de Curso foi importante na sua decisão de permanecer e concluir a licenciatura.

No questionário 1 identificamos que apenas quatro estagiários nunca tiveram alguma experiência relativa à docência até o início da disciplina, os demais relataram experiências diversas. Na entrevista, voltamos a essa questão para compreender melhor quando essas experiências ocorreram, de que modo, se elas influenciaram em suas escolhas e permanência no Curso. Das experiências, foram citadas: 3 de docência em escolas da Educação Básica; 1 de estágio não-obrigatório em uma escola municipal, 10 de participação em projetos vinculados à universidade, sendo o PIBID e Extensão Universitária; e 4 vínculos informais, como a substituição a professores da Educação Básica ou aulas particulares (Quadro 5).

Quadro 5 – Experiências e tempo de docência dos estagiários

Participantes	Experiência de Docência	Tempo de experiência com docência
Anninha	Nenhuma	--
Bru	Substituição	indeterminado
	PIBID	10 meses
JPC	Nenhuma	--
José	Nenhuma	--
Kitty	Nenhuma	--
Larissa	Aulas particulares e substituição	indeterminado
Leka	PIBID	9 meses
	Aulas particulares	indeterminado
Linda	Escola da Educação Básica	8 meses
	PIBID	6 meses
	Projeto de Extensão Universitária	6 meses
Luana Júlia	Escola de dança	8 anos
	PIBID	10 meses
Neném	PIBID	1 ano
Noemi	PIBID	1 ano e 5 meses
Rogério	PIBID	6 meses
Salazar	Estágio Curricular Não-obrigatório	1 ano e 8 meses
Stephen Hawking	Projeto de Extensão Universitária	9 meses
Thiago	Escola de Língua Inglesa	1 ano
	Escola da Educação Básica	6 meses
Yoda	PIBID	8 meses

Fonte: Elaborado pela Pesquisadora.

Das três experiências de docência na Educação Básica, o tempo de exercício variava de 6 meses a 8 anos. As disciplinas em que os estagiários atuaram também variavam entre Artes, Dança, Física, Língua Inglesa, Matemática, Sociologia e Química. O excerto exemplifica uma dessas experiências:

> ***Linda****: Sim, antes de vir para a universidade,* [eu] *já dava aulas de Matemática e outras disciplinas em uma escolinha de aulas particulares. Foi este momento também que me motivou a fazer licenciatura, gostei bastante da experiência (8 meses).* (Linda, questionário 1, 2018)

Dois estagiários participaram de projetos de Extensão Universitária:

> ***Stephen Hawking****: Sim, está sendo bastante interessante e proveitoso, tendo que elaborar as aulas e depois pôr elas em prática.* (Stephen Hawking, questionário 1, 2018)

Oito estagiários participaram de experiências com o PIBID. Alguns estagiários relataram a importância da participação nesse programa para sua formação docente:

> ***Linda****: E umas das melhores experiências (6 meses) foi proporcionada pelo PIBID, na escola* [redacted]*, onde lecionei Matemática para o 6ºano.* (Linda, questionário 1, 2018)
> ***Luana Júlia****: Uma ótima experiência, pois pude conhecer uma sala de aula, suas dificuldades e aprender como adequar cada aula com cada turma.* (Luana Júlia, questionário 1, 2018)
> ***Leka****: Sim, o PIBID me proporcionou uma experiência dentro de sala de aula, onde no início tive muita dificuldade, pelo fato da insegurança, mas após um certo período, consegui desenvolver uma imagem mais segura e firme diante dos alunos, e assim, me sentir mais preparada para desenvolver o projeto.* (Leka, questionário 1, 2018)
> **Yoda**: [A experiência me] *mostrou o que irei passar quando formado, os altos e baixos que um professor passa, as dificuldades dos alunos. Essa experiência foi de grande importância para mim, motivando-me a continuar no curso e teve duração de 8 meses.* (Yoda, questionário 1, 2018)

O programa PIBID tem se destacado pelo crescimento de ações que oportunizam o desenvolvimento de conhecimentos importantes para o futuro professor, a partir da exploração do contexto escolar, diminuindo a distância entre a teoria e a prática, permitindo aos futuros professores o domínio de conteúdos específicos, conhecimento sobre os desafios da sala de aula e da relação entre professor e aluno. A maioria das experiências relacionadas ao PIBID, citadas pelos estagiários, e as duas relacionadas aos projetos de Extensão Universitária (cada qual à sua maneira), desenvolveram atividades de Robótica Educacional para alunos da Educação Básica.

Além desses casos, um estagiário participava do Estágio Curricular Não-Obrigatório:

> ***Salazar**: Sou estagiário em uma escola municipal da minha cidade. E quando a professora falta, acaba que eu fico no lugar dela. Foi bom, servindo muito bem de crescimento profissional e confirmação de que escolhi o curso certo.* (Salazar, questionário 1, 2018)

As manifestações dos estagiários nos levam a reforçar a importância desse tipo de ação na formação do futuro professor. Nesses projetos, as ações realizadas são analisadas e refletidas juntamente com os professores formadores, professores das escolas, na função de coformadores e demais colegas. Noemi ressalta, assim, essa sua concepção:

> ***Noemi**: É, porque o PIBID é meio que, como se fosse um pré-estágio. Foi lá que eu tive certeza, certeza absoluta, que eu queria continuar no Curso, que eu queria ser professora de Matemática, né? E, acho que sem ele, eu ficaria meio que na dúvida e acabaria desistindo, por causa da distância, da saudade da família.* (Noemi, entrevista, 2018)

Como vimos, esses projetos e programas contribuem para reforçar a opção pela profissão docente, proporcionam ao licenciando uma experiência formativa positiva, no sentido de desenvolver saberes e conhecimentos relacionados com a prática docente, utilizando metodologias diferenciadas, como o caso do uso das TDIC no ensino.

Além disso, essas ações têm o apoio financeiro, o que contribui para o estudante se manter durante o período de realização do Curso. Essas oportunidades de auxílios, promovidos pelo instituto responsável pelo Curso de Licenciatura em Matemática; as bolsas de estudo oferecidas pela instituição ou por programas de fomento; e a participação dos estagiários em projetos, sejam de ensino, pesquisa e extensão, nos levam a afirmar que elas foram relevantes. Elas reforçaram a permanência dos estagiários no Curso e puderam contribuir para que eles encontrassem novos caminhos para sua formação e quem sabe até, para sua futura atuação. Bru ressalta como essa experiência foi significativa para sua formação:

> ***Bru**: Então, é uma coisa que, tipo, mexeu comigo desde quando eu entrei na* [redacted] [universidade]. *Quando eu tive a oportunidade de entrar no PIBID e mexer com robótica, eu falei, nossa, é isso que eu quero. Eu acho que quando você tem oportunidade, você leva isso para sua vida, eu não parei só no PIBID, eu continuei no meu estágio, eu quero continuar no meu TFC, no meu projeto final de curso.* (Bru, entrevista, 2018)

Inicialmente, identificamos no grupo sete estagiários (seis nos projetos do PIBID e um no projeto de Extensão) que já haviam desenvolvido conhecimento significativo sobre Robótica Educacional. Esses estagiários já haviam construído e programado robôs com o *kit LEGO*® e alguns deles, inclusive, já haviam produzido e conduzido aulas de Matemática mediadas por

alguns protótipos. Esses projetos foram fundamentais no empoderamento desses estagiários, pois quando iniciamos as aulas da disciplina, eles já tinham bastante conhecimento sobre Robótica Educacional. Desde o início do projeto, pudemos notar que eles já tinham uma fluência tecnológica para trabalhar com os robôs e também para auxiliar os colegas na realização das investigações matemáticas. Durante o estudo de aula, esse conhecimento prévio foi muito importante, como pode ser observado na fala de Bru:

> ***Pesquisadora:*** *Essa experiência te ajudou nas atividades do estágio?*
> ***Bru:*** *Ajudou, porque, tipo assim, quando você pega uma coisa que você não conhece, é mais difícil de se adaptar.* [...] *Quando você já tem um contato com uma coisa e você volta a revê-la, eu acho que é essencial, porque aquilo lá me dá uma segurança, eu já sei aquilo lá, eu já mexi com aquilo lá. Então, aquilo lá para mim não é novo, aquilo, eu já tive uma experiência e aquela experiência foi muito importante.* **(**Bru, entrevista, 2018)

Assim como Souza Junior (2000), ao citar a discussão de Boutinet (1990) sobre lógicas individuais e lógica coletiva em um projeto, compreendemos que esses estagiários foram os catalisadores do grupo.

> sem querer reduzir o projecto coletivo a uma variante do projecto individual, podemos unicamente constatar que todos os projectos coletivos que se dão para decifrar mostram o papel central e determinante, mas não exclusivo, de um actor individual, ou de um pequeno grupo de actores individuais, representando o papel de catalisador. Este actor individual, se o caso se propicia, munido de uma autoridade carismática, vai explorar expectativas sociais preexistentes no seio de uma organização. Deste reencontro, ou melhor, desta conjugação nascerá o colectivo de acção. (BOUTINET *apud* SOUZA JUNIOR, 2000, p. 75)

Assim, conforme Souza Junior (2000, p. 69) argumenta, as dimensões individual e coletiva devem ser consideradas, pois "a produção de saberes envolve uma ação partilhada, e que é através dos outros que as relações entre sujeito e objeto de conhecimento também são constituídas".

Os futuros professores trabalharam divididos em pequenos grupos[35], compostos por dois ou três estagiários. A organização voluntária desses subgrupos nos levou a uma dinâmica em que cada subgrupo tinha pelo menos um desses estagiários catalisadores, que já havia trabalhado com o *kit* de robótica, que tinha conhecimento suficiente para ajudar os demais colegas no processo de aprendizagem da Robótica Educacional. Contávamos assim, com um grupo de catalisadores, que foram mobilizadores, dinamizadores e incentivadores dos demais

[35] Denominamos de agora em diante de subgrupos.

estagiários durante as etapas do estágio, principalmente na *Experimentação* e no *Estudo de Aula*. As experiências anteriores e o conhecimento desenvolvido por esses estagiários contribuíram durante todo o desenvolvimento do projeto, desde o processo de aprendizagem da robótica e, posteriormente, no planejamento e condução das aulas de investigação do estudo de aula (seções 5 e 7).

Assim, compreendemos que o empoderamento dos estagiários participantes desta pesquisa foi capaz de colocá-los não só como consumidores das TDIC, mas também produtores de conhecimentos com TDIC[36]. A cultura digital desses estagiários permitiu que eles produzissem aulas de Matemática mediadas pelas tecnologias, mais especificamente, utilizando a Robótica Educacional. Com essa *experiência*, acreditamos que futuramente eles serão capazes de produzir outras aulas, com outras tecnologias.

4.7 PAPEL DA PESQUISADORA, SELEÇÃO E CARACTERÍSTICAS DOS ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

O desenvolvimento da pesquisa, a construção do conhecimento é uma fase extremamente importante, que exigiu atenção e comprometimento da pesquisadora.

Toda a organização da disciplina, desde o planejamento, organização do estágio, preparação e seleção de material, seleção da escola participante, etc., todas as ações realizadas durante o estudo foram planejadas com o apoio e colaboração direta do professor e orientador da disciplina Estágio Supervisionado I. Assim, relativamente ao papel da pesquisadora durante as ações, num trabalho colaborativo com o professor da turma, atuamos como mediadores do processo de ensino-aprendizagem da robótica educacional junto aos estagiários, no primeiro semestre letivo, e como dinamizadores e provocadores, durante as sessões do estudo de aula, no segundo semestre.

Para facilitar o processo de organização, apenas a pesquisadora e o professor de estágio – chamaremos de formadores – se envolveram na divulgação e escolha da escola para participar do ROBOMAT, no segundo semestre letivo. Devido à proximidade com um professor da Educação Básica (nomeamos de professor supervisor) e seu interesse em aprender a trabalhar com robótica educacional, fizemos o convite e seleção dos participantes por meio dele. Assim, a escola em que ele trabalha, que fica na região próxima à Catalão, foi selecionada para enviar cerca de doze alunos do Ensino Médio para participar das ações do ROBOMAT.

[36] Esse tema será aprofundado na seção 8.

Os alunos cursavam a 1.ª e 2.ª série do Ensino Médio, tinham entre 15 a 17 anos. Como eram de séries diferentes, eles tinham níveis de conhecimento matemático diferentes. Eles tinham acesso as tecnologias, como *smartphone* (12), *notebook* (6), vídeo game (5), computador de mesa (5), *tablete* (2). Todos tinham acesso à *internet* em casa. Metade já teve algum contato com alguma linguagem de programação antes de participar do ROBOMAT. Cinco deles já haviam participado de algumas aulas do projeto ROBOMAT no ano anterior, sob a coordenação do mesmo professor orientador de estágio. Essa participação foi uma ação isolada, que envolveu apenas os conhecimentos iniciais sobre robótica educacional e a construção e programação de um único robô. Ao longo dessa investigação, outro aluno relatou ter iniciado um Curso de robótica em outra instituição da Cidade de Catalão. Alguns alunos se destacavam na escola por terem boas notas nos exames estaduais, haja vista uma premiação ocorrida durante nosso estudo, em que sua turma passou um dia no clube de recreação e lazer, mas esses alunos em questão, optaram por participar do ROBOMAT.

Devido à dificuldade de deslocamento dos estagiários para a cidade vizinha e a falta dos *kits* de robótica na escola, as ações foram realizadas no laboratório da Instituição Coparticipante. O professor supervisor providenciou os recursos para o deslocamento e acompanhou os alunos durante todas as aulas do ROBOMAT.

4.8 ANÁLISE DOS DADOS

Segundo Lüdke e André (2018), a análise dos dados "significa 'trabalhar' todo o material obtido durante a pesquisa" (p. 53, grifo das autoras). A análise dos dados deste estudo foi produzida numa perspectiva histórico-cultural, na qual a observação foi centrada na construção de um trabalho colaborativo com futuros professores de Matemática. Pesquisar, em Educação, requer preocupar-se com a singularidade e a coletividade, em que a pesquisadora está presente no cotidiano investigado e busca compreender o contexto, as situações e acontecimentos a partir de múltiplas perspectivas. Assim,

> não é o tamanho do grupo que define os procedimentos de construção do conhecimento, mas sim as exigências de informação quanto ao modelo em construção que caracteriza a pesquisa. Quando o modelo tem por objetivo um conhecimento institucional ou comunitário fica evidente que o trabalho com grupos significativos nesses espaços sociais é essencial, pois esses grupos se desenvolvem no curso da própria pesquisa e responderão a critérios essencialmente qualitativos. (GONZÁLEZ REY, 2005, p. 110)

Analisar os dados é, de acordo com Bogdan e Biklen (1994),

> O processo de busca e de organização sistemático de transcrições de entrevistas, de notas de campo e de outros materiais que foram sendo acumulados, com o objectivo de aumentar a sua própria compreensão desses mesmos materiais e de lhe permitir apresentar aos outros aquilo que encontrou. A análise envolve o trabalho com os dados, a sua organização, divisão em unidades manipuláveis, síntese, procura de padrões, descoberta dos aspectos importantes e do que deve ser aprendido e a decisão sobre o que vai ser transmitido aos outros. (p. 205)

Essa tarefa implica inicialmente em organizar todo o material produzido, separando-o em partes, "relacionando essas partes e procurando identificar nele tendências e padrões relevantes. Num segundo momento essas tendências e padrões são reavaliados, buscando-se relações e inferências num nível de abstração mais elevado" (LÜDKE; ANDRÉ, 2018, p. 53). Assim,

> A fase mais formal de análise tem lugar quando a coleta de dados está praticamente encerrada. Nesse momento o pesquisador já deve ter uma ideia mais ou menos clara das possíveis direções teóricas do estudo e parte então para "trabalhar" o material acumulado, buscando destacar os principais achados da pesquisa. (LÜDKE; ANDRÉ, 2018, p. 56, grifo das autoras)

Durante a organização e análise dos dados, utilizamos o *software NVivo*[37] para auxiliar em algumas das tarefas. Passamos na sequência à triangulação dos dados, isto é, à "checagem de um dado obtido através de diferentes informantes, em situações variadas e em momentos diferentes" (LÜDKE; ANDRÉ, 2018, p. 51). Esse processo é importante para constatar determinada informação a partir de vários instrumentos.

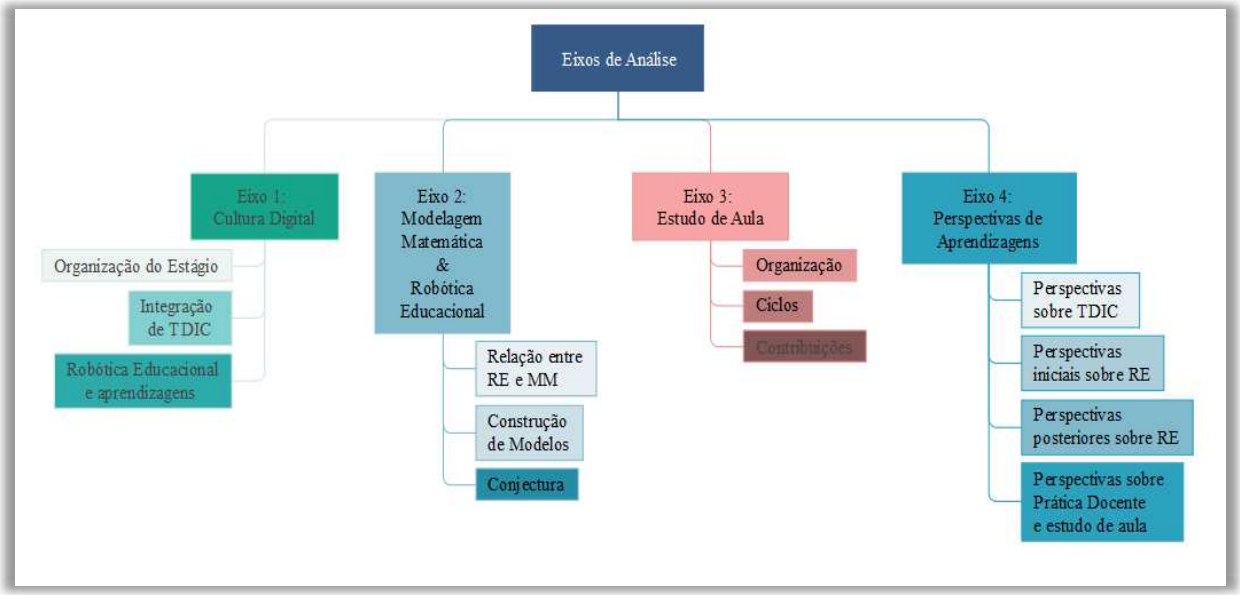
Os dados produzidos não foram apenas descrições do momento empírico do estudo, mas foram fontes importantes de informações para nossa interpretação. Assim, a partir da produção de material para análise, vindos dos diferentes instrumentos, com a triangulação dos dados, emergiram quatro eixos de análise: no primeiro eixo discutimos a cultura digital no Estágio Supervisionado I, bem como a organização utilizada, os processos interativos com TDIC, em especial, com a robótica educacional e as aprendizagens dos estagiários nas primeiras etapas do estágio; no segundo eixo, discutimos o processo de obtenção de modelos matemáticos, a partir do trabalho da robótica educacional no contexto das investigações matemáticas; no terceiro eixo, discutimos a organização do estudo de aula, bem como os ciclos realizados e as

[37] Com o software NVivo Pro é possível importar, armazenar e analisar dados em praticamente todos os idiomas e com uma ampla variedade de fontes. O sistema permite, além da importação, o gerenciamento, organização, consulta, análise e conexão de dados, sejam eles textos, planilhas, *e-mails*, PDF, arquivos de fotos, vídeos e áudio, conteúdos *web* e mídias sociais. Disponível em: https://www.osbsoftware.com.br/produto/nvivo-pro. Acesso em: 07 abr. 2021.

aprendizagens nessa etapa; por fim, no quarto eixo de análise, discutimos as perspectivas dos estagiários a respeito das aprendizagens construídas durante o processo formativo, as mudanças de perspectivas a respeito do uso de TDIC no processo de ensino-aprendizagem, sobre a prática docente e o estudo de aula, os processos de autoria, autonomia e empoderamento.

Destarte, os eixos de análise (Figura 36) ficaram organizados em quatro perspectivas: Cultura Digital na Formação Inicial de Professores de Matemática; Modelagem Matemática & Robótica Educacional; Estudo de Aula no Estágio Supervisionado I; As Aprendizagens com o Estágio Supervisionado I: das Perspectivas Iniciais às Posteriores.

Figura 36 – Eixos de Análise da pesquisa



Fonte: Elaborada pela Pesquisadora.

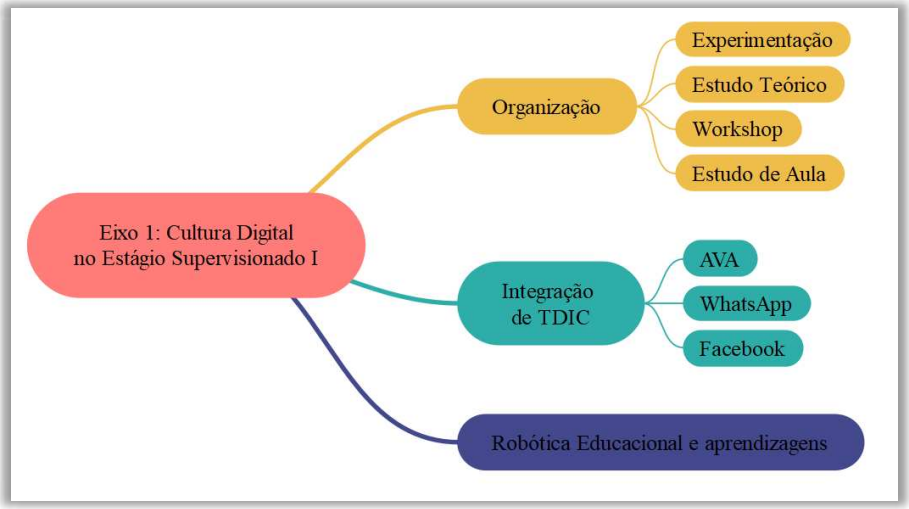
Ao analisarmos os dados produzidos em quatro eixos, buscamos indicadores, que nos sinalizaram as representações interpretativas e os aspectos que justificaram as construções teóricas (GONZÁLEZ REY, 2005). Refletimos sobre a trajetória do processo formativo com a implementação do estudo de aula no ambiente do Estágio Supervisionado I, mediado pela robótica educacional, ao longo de um ano letivo (dois semestres).

Na próxima seção vamos refletir sobre a cultura digital no Estágio Supervisionado I: a organização, o planejamento e a implementação do projeto ROBOMAT no Estágio Supervisionado I, a interação das diferentes tecnologias, o papel da colaboração durante esse processo de aprendizagem e os conhecimentos construídos a partir desses recursos tecnológicos.

5 CULTURA DIGITAL NO ESTÁGIO SUPERVISIONADO I

Na presente seção procuramos refletir sobre a cultura digital no Estágio Supervisionado I. Analisamos o planejamento e a implementação do projeto ROBOMAT no Estágio Supervisionado I, tendo em vista possibilitar novas formas de ensinar e aprender Matemática a partir da robótica educacional. Apresentamos e analisamos a estrutura proposta para a organização do Estágio Supervisionado I. Apresentamos a interação das diferentes tecnologias no estágio, o papel da colaboração durante o processo de aprendizagem da robótica educacional e os conhecimentos construídos a partir desses recursos tecnológicos (Figura 37).

Figura 37 – Mapa do primeiro eixo de análise



Fonte: Elaborado pela Pesquisadora.

5.1 ESTÁGIO SUPERVISIONADO I A PARTIR DO ROBOMAT

Os avanços tecnológicos atingiram todo mundo, afetando uns com mais intensidade que outros, pois isso depende de fatores políticos, culturais, econômicos, etc. As tecnologias adquiriram grande importância em nossas vidas ao se tornarem digitais, pois estão mudando as formas de trabalho, de comunicação, de socialização e, também, de aprender. “As redes [...] são articulações gigantescas entre pessoas conectadas com os mais variados objetivos. A *internet* [...] é o espaço possível de integração e articulação de todas as pessoas conectadas com tudo que existe no espaço digital, o ciberespaço” (KENSKI, 2012, p. 34). Esse espaço envolve um universo de fenômenos que nos permite pensar em uma cultura digital ou cibercultura.

Para Gere (2008), a cultura digital envolve um grupo ou grupos de pessoas, com suas características próprias, num momento histórico específico. Assim, para o autor, a cultura

digital é um fenômeno historicamente condicionado, a partir das interações complexas entre a abstração, codificação, autorregulação, virtualização e programação, usufruindo do computador e outras ferramentas.

As tecnologias vêm evoluindo, alterando suas funções e *status*, como aconteceu com o telefone, o rádio, o jornal e a televisão. O telefone celular é um exemplo de tecnologia que passou por inúmeras transformações. Hoje não se compra o aparelho apenas para fazer ligações, cada dia ele está mais equipado com câmeras fotográficas e de vídeos de melhor qualidade. Com ele é possível tirar foto, filmar vídeos, fazer transmissões ao vivo, assistir a filmes, acessar a *internet* e diferentes redes sociais, baixar fotos e vídeos pela *internet*. Outro uso muito comum do celular, por diferentes gerações, é para o entretenimento com os jogos digitais. São tantas funções concentradas num único aparelho, antes distribuídas em vários equipamentos, que fica difícil listar todas as suas possibilidades.

Assim, a convergência, resultado dessas mudanças tecnológicas, mas também sociais e culturais, é uma referência dentro do paradigma das transformações tecnológicas. A convergência é o

> fluxo de conteúdos através de múltiplos suportes midiáticos, à cooperação entre múltiplos mercados midiáticos e ao comportamento migratório dos públicos dos meios de comunicação, que vão a quase qualquer parte em busca das experiências de entretenimento que desejam. Convergência é uma palavra que consegue definir transformações tecnológicas, mercadológicas, culturais e sociais, dependendo de quem está falando e do que imaginam estar falando. (JENKINS, 2008, p. 29)

Para Jenkins (2008), criador do termo "cultura da convergência", a convergência não é apenas um fenômeno tecnológico ou midiático, que unifica as diferentes funções do equipamento, é uma *transformação cultural*, visto que depende do que as pessoas estão em busca: novas informações, novas experiências, entretenimento, estabelecer conexões e compartilhar seus próprios conteúdos, como fotos, vídeos, áudios, etc.

Nessa cultura emergente, ocorre a *cultura participativa*, que se opõe à passividade dos espectadores, e os papéis de consumidores e produtores de mídia se interagem. Os grupos têm mais poder de atuação que os consumidores individuais. Alguns indivíduos têm mais habilidades que outros e estão mais aptos a participar dessa nova dinâmica cultural:

> A convergência ocorre dentro dos cérebros de consumidores individuais e em suas interações sociais com outros. Cada um de nós constrói a própria mitologia pessoal, a partir de pedaços e fragmentos de informações extraídos do fluxo midiático e transformados em recursos através dos quais compreendemos nossa vida cotidiana. Por haver mais informações sobre

> determinado assunto do que alguém possa guardar na cabeça, há um incentivo extra para que conversemos entre nós sobre a mídia que consumimos. Essas conversas geram um burburinho cada vez mais valorizado pelo mercado das mídias. (JENKINS, 2008, p. 30)

Baseado na reflexão sobre as relações coletivas e a tecnologia, Lévy (2015) elaborou a expressão *inteligência coletiva* para representar

> uma inteligência distribuída por toda parte, incessantemente valorizada, coordenada em tempo real, que resulta em uma mobilização efetiva das competências. Acrescentemos à nossa definição este complemento indispensável: a base e o objetivo da inteligência coletiva são o reconhecimento e o enriquecimento mútuo das pessoas, e não o culto de comunidades fetichizadas ou hipostasiadas. (LÉVY, 2015, p. 28-29)

Segundo o autor, a inteligência coletiva é distribuída por toda parte, ou seja, nenhum de nós sabe tudo, mas todos sabem algo, se juntarmos o que sabemos ao que o outro sabe, ao final saberemos mais do que cada um individualmente, assim, o conhecimento está nas pessoas, na humanidade. A inteligência coletiva é incessantemente valorizada, ou seja, ela está espalhada em todo lugar, todavia a inteligência das pessoas não deve ser ignorada, mas sim, valorizada. O ciberespaço é o espaço das interações entre pessoas, portanto, de "interações entre conhecimentos e conhecedores de coletivos inteligentes desterritorializados" (p. 29). Para alcançar a mobilização efetiva das competências é preciso primeiramente identificá-las, mediante sua diversidade. "Na era do conhecimento, deixar de reconhecer o outro em sua inteligência é recusar-lhe sua verdadeira identidade social, é alimentar seu ressentimento e sua hostilidade, sua humilhação, a frustração de onde surge a violência" (p. 30).

Compreendemos assim, que o conhecimento é uma construção humana, distribuída por toda parte, que pessoas trabalhando coletivamente têm condições de aprender e ensinar para agregar mais conhecimento. Se juntarmos essa inteligência espalhada, a valorizarmos, fizermos interagir e mobilizar conhecimento e conhecedores em tempo real, ou seja, por meio do ciberespaço, teremos o que Lévy (2015) chamou de inteligência coletiva. Neste caso, se juntarmos nosso conhecimento pessoal ao conhecimento dos outros – recursos e habilidades – a inteligência coletiva pode ser uma alternativa de poder midiático.

A convergência impacta tanto no modo de produzir quanto no de consumir os meios de comunicação (JENKINS, 2008). Esse cenário de desenvolvimento da cultura digital permitiu um espaço de interação mais livre entre os diferentes indivíduos, que estão a cada momento produzindo e consumindo mídia. Pelos canais de mídia fluem suas vidas, memórias, fantasias,

desejos e relacionamentos. As crianças e jovens já se adaptaram a esse novo mundo das tecnologias, em que

> Novos "textos" surgem na paisagem audiovisual que os jovens contemplam e aprendem, sozinhos ou com outros jovens, a ler e a interpretar. Imagens coloridas fixas e em movimento, sons ambientes, música, linguagem oral e escrita, teatro, todas estas formas de expressão – "linguagens" – estão mixadas numa mesma mensagem, construindo significados, carregando representações, difundindo símbolos. (BELLONI, 2002, p. 122-123, grifos do autor)

Para Belloni, (2002), tecnologia e pedagogia sempre andaram de mãos dadas, sendo que "o processo de socialização das novas gerações inclui necessária e logicamente a preparação dos jovens indivíduos para o uso dos meios técnicos disponíveis na sociedade, seja o arado seja o computador" (p. 118). A diferença entre as sociedades, historicamente falando, está no processo de socialização. Neste século surgiram novas maneiras de socialização e mediação, decorrentes das novas e sofisticadas tecnologias que modificam as formas de socializar.

Kenski (2012) também estabelece uma relação entre educação e tecnologia a partir da socialização da *inovação*. "Para ser assumida e utilizada pelas demais pessoas, além do seu criador, a nova descoberta precisa ser ensinada" (p. 44). Depois que aprendemos a utilizá-la, ela é incorporada de tal forma ao universo de processos, conhecimentos e habilidades, que a utilizamos muitas vezes sem perceber: "Usamos muitos tipos de tecnologias para aprender e saber mais e precisamos da educação para aprender e saber mais sobre as tecnologias. [...] A presença de uma determinada tecnologia pode induzir profundas mudanças na maneira de organizar o ensino" (KENSKI, 2012, p. 44). A convergência das tecnologias e suas consequências, mostra "a necessidade de construção de novas estruturas educacionais que não sejam apenas a formação fechada, hierárquica e em massa como a que está estabelecida nos sistemas educacionais" (KENSKI, 2012, p. 48).

A tecnologia na educação já era pauta de várias reflexões, congressos e pesquisas e vinha ocupando seu lugar nas salas de aula. Estamos presenciando a expansão do uso das TDIC na educação, que hoje estão presentes na maioria das salas de aulas. As aulas presenciais repentinamente deram lugar ao ensino remoto, em que as tecnologias digitais de informação e comunicação passaram a ser recursos decisivos nessa transição, seja no compartilhamento das informações e conteúdos, na comunicação e interação entre alunos, professores, gestores e pais, entre outros. São diversas as possibilidades que as TDIC engendram aos processos formativos. Algumas das ferramentas tecnológicas mais em uso hoje são as redes sociais e aplicativos de

mensagens, as classes virtuais e os ambientes virtuais de aprendizagem. A respeito dessas tecnologias, dizem Pretto e Assis (2008):

> a incorporação dessas tecnologias não pode se dar meramente como ferramentas adicionais, complementares, como meras animadoras dos tradicionais processos de ensinar e de aprender. As tecnologias necessitam ser compreendidas como elementos fundantes das transformações que estamos vivendo. (PRETTO; ASSIS, 2008, p. 80)

Há muito que se discute a importância da inserção dessas ferramentas tecnológicas nos cursos de formação de professores. Nunca foi tão importante refletir sobre essa questão. Hoje isso se torna translúcido. Mas precisamos refletir sobre as formas de uso dessa tecnologia para que de fato contribuam para a construção de ambientes de aprendizagem, que despertem a criatividade e motivação para aprender. Não é a tecnologia pela tecnologia, ou simplesmente pensarmos na inserção da tecnologia apenas por ser uma *inovação* tecnológica.

Os cursos de formação inicial de professores estão carentes de práticas que integrem a tecnologia no processo de ensino-aprendizagem. Segundo Pimenta e Lima (2017), nos Encontros Nacionais de Didática e Práticas de Ensino (Endipe), dos anos de 2014 e 2016, há bastante relatos de práticas realizadas por professores, refletindo sobre as TDIC no ensino e nos processos de formação continuada de docentes. Entretanto, há poucas publicações, apenas duas, sobre o uso de TDIC na formação inicial de professores, nomeadamente, no Estágio Supervisionado. As pesquisadoras alertam para a necessidade de investigações sobre "como este importante componente curricular pode colaborar na construção de conhecimentos necessários à docência no contexto contemporâneo de emergência das TDIC" (PIMENTA; LIMA, 2017, p. 221).

Constatamos que existe uma carência de pesquisas sobre o trabalho com TDIC na formação inicial de professores. Parece-nos importante refletir sobre a cultura digital dos cursos de formação inicial de professores, em suas diferentes disciplinas e projetos, principalmente, no cenário que presenciamos. No contexto dessa investigação, buscamos refletir sobre como as tecnologias podem ser inseridas no estágio para além do uso da tecnologia, mas tendo em vista possibilitar novas formas de ensinar e aprender Matemática.

A profissão do professor é uma atividade prática e de ação, cuja formação o prepara para executar as tarefas próprias ao docente. No entanto, não é possível propor uma formação para a reprodução, a imitação de modelos práticos ou para a aplicação de técnicas e metodologias (PIMENTA; LIMA, 2017; GHEDIN, 2004).

A tradicional compreensão de estágio, desenvolvida em muitos cursos de licenciatura no país, levam Pimenta e Lima (2017) para a percepção dos conceitos de prática e de teoria e como elas se entrelaçam a partir do conceito de *práxis*. As pesquisadoras passam a compreender o Estágio como uma "atitude investigativa, que envolve a reflexão e a intervenção na vida da escola, dos professores, dos alunos e da sociedade" (PIMENTA; LIMA, 2017, p. 27).

O Estágio pode ser o espaço de oportunidade para o futuro professor aprender sobre a profissão docente, construir sua identidade profissional e reafirmar sua escolha pela profissão. Além disso, "o Estágio Supervisionado [...] pode ser um espaço de convergência das experiências pedagógicas vivenciadas no decorrer do curso e, principalmente, ser uma contingência de aprendizagem da profissão docente, mediada pelas relações sociais historicamente situadas" (PIMENTA; LIMA, 2017, p. 96).

Nesse cenário, surgem alguns questionamentos para a pesquisa: *Como se organiza o Estágio Supervisionado I no contexto da robótica educacional? Como ocorre a aprendizagem da Robótica Educacional no contexto do Estágio Supervisionado I? Como se estabelecem as relações de interação dos participantes da pesquisa com as TDIC utilizadas no Estágio Supervisionado I?*

O projeto de estágio *ROBOMAT: construindo cenários de Matemática com Robótica Educacional* foi cadastrado para integrar o Estágio Supervisionado com suas especificidades e o uso da Robótica Educacional no ensino de Matemática. Segundo o PPC (UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, 2008a), os projetos de Estágio devem ser organizados com objetivos específicos para serem cumpridos ao longo do ano letivo e coordenados por um professor da unidade, responsável pelo planejamento e execução das atividades previstas, no caso, o professor da disciplina.

Esta pesquisa se alinha com a visão de Pimenta e Lima (2017) ao pensar o Estágio como um campo de conhecimento, em que os estagiários participantes realizaram investigações sobre sua própria prática, analisaram, refletiram, tomaram decisões e desenvolveram aulas de cariz exploratório de Matemática mediadas pela Robótica Educacional. De certo modo, esse projeto deu continuidade ao que alguns licenciandos estavam vivenciando em outros projetos, vendo novas possibilidades de utilização das TDIC no ensino de Matemática. Assumimos essa ação formativa de desenvolver o estágio como uma atividade de investigação dos estagiários sobre a própria prática. Colaborativamente construímos uma proposta pedagógica que conseguisse responder aos desafios da formação do futuro professor de Matemática para o uso das TDIC na sala de aula, encarando-as como possibilidade para criar novas propostas de ensino-

aprendizagem da Matemática. Essa prática pedagógica foi construída junto *com* os estagiários e não *para* os estagiários.

Fizemos a junção desse projeto com o Estágio Supervisionado porque, por um lado, queríamos colocar a pesquisa como principal instrumento para desenvolvimento de conhecimento a respeito da docência e das situações de sala de aula, envolvendo o ensino de Matemática com a robótica. Por outro lado, queríamos potencializar a criatividade e a motivação dos futuros professores de Matemática. Não existem livros ou materiais didáticos disponíveis para o estagiário seguir em suas aulas. O planejamento dessas aulas envolve muita pesquisa e elaboração do próprio material didático. Dessa forma, o estagiário precisa sair da posição de consumidor das TDIC e se envolver num processo de autoria, de criação do seu próprio material, ele precisa colocar em exercício sua criatividade e sua autonomia. Assim, ancoramos a nossa proposta de estágio a partir da pesquisa, na perspectiva de Pimenta e Lima (2017), sendo que:

> a realização dos estágios sob a forma de projetos pode estimular nos estagiários o desenvolvimento de um olhar sensível e interpretativo às questões da realidade, uma postura investigativa, [...] desenvolve uma atitude de autonomia e de criatividade dos estagiários, uma vez que possibilita a descoberta de espaços de intervenção significativa para sua formação e para as escolas. (p. 189)

O trabalho por meio de projetos possibilita que os futuros professores estejam em contato com uma variedade maior de robôs e propostas de práticas pedagógicas. A postura investigativa é essencial no trabalho com os robôs, uma vez que os problemas não estão prontos e bem acabados, os aprendizes que vão explorando o robô e descobrindo novas possibilidades, novas ações, consequentemente, novas tarefas investigativas de matemática. Segundo Abrantes (*apud* SOUZA JUNIOR, 2000):

> O termo ‘projecto’ surge como designação de um conceito que procura unificar vários aspectos importantes relativos ao processo de aprendizagem: (i) a acção, e de preferência a acção realizada com empenho pessoal, (ii) a intencionalidade dessa acção, isto é, a existência de um objectivo, e (iii) a sua inserção num contexto social. (p. 216, grifo do autor)

No processo de aprendizagem da Robótica, queríamos que o envolvimento dos estagiários fosse de tal forma que eles se colocassem no lugar dos alunos da Educação Básica, aprendendo Matemática em situações que envolvessem os robôs. Durante o processo de pesquisa dos protótipos e de criação e elaboração das tarefas para as aulas de investigação, queríamos que eles usassem toda criatividade e autonomia, e assim, propusessem atividades

interessantes, desafiadoras e que possibilitassem também motivar e potencializar a aprendizagem matemática dos alunos participantes. Desse modo, eles estariam se envolvendo numa *experiência* rica e que pudesse ser recompensadora, para estimulá-los a sempre buscar novas formas de ensinar Matemática e, consequentemente, estaríamos tentando alcançar o objetivo do projeto ROBOMAT:

> motivar e despertar o interesse dos alunos e professores da Educação Básica para o ensino e aprendizagem Matemática, por meio da contextualização e do uso das tecnologias na sala de aula. Para atingir este fim, o projeto consiste na realização de cursos de Robótica Educacional, buscando desenvolver conteúdos de matemática e física, a partir da construção e programação de robôs, utilizando os *Kits* Lego *Mindstorms Education* NXT. Ao mesmo tempo integrar a comunidade e a universidade, compartilhando e construindo cenários de matemática com robótica educacional. (ESTÁGIO SUPERVISIONADO I[38], 2017, p. 1)

Com esse objetivo esperávamos que os alunos também se envolvessem num processo criativo e despertassem o interesse em aprender Matemática. Para Martins (2017), "a Robótica Educacional tem sido utilizada como ferramenta pedagógica para motivação e aproximação dos jovens com os setores tecnológicos como as engenharias e a Tecnologia da Informação" (p. 12-13).

Para atender a meta do ROBOMAT, o plano de ação foi elaborado, contemplando basicamente três ações:

> - Pesquisa, seleção dos projetos de robótica que serão apresentados nos cursos e planejamento das atividades envolvendo a Matemática. Cada projeto será inicialmente testado pela equipe executora do projeto para verificar os procedimentos de montagem e programação do robô. Ademais, esta etapa será importante para orientar a elaboração das atividades envolvendo os conteúdos de matemática e física.
> - Divulgação do projeto. Inscrição dos alunos e seus respectivos professores interessados em participar dos cursos de Robótica Educacional[39].
> - Realização dos cursos de Robótica Educacional para alunos da Educação Básica. (ESTÁGIO SUPERVISIONADO I, 2017, p. 4)

Devido à flexibilidade do currículo, um dos princípios orientadores do Curso, o conteúdo programático da disciplina se adapta ao projeto escolhido pelo respectivo professor, nesse caso, temos:

---

[38] ESTÁGIO SUPERVISIONADO I. Plano de ensino da disciplina. Universidade Federal de Goiás. 2017. Documento aprovado pelo Departamento de Matemática. Não disponível para consulta.

[39] Para facilitar o trabalho, entramos em contato com uma escola da Educação Básica para participar da ação e toda a seleção dos alunos ficou a cargo dessa escola e de um professor da turma.

> O conteúdo programático será abordado inicialmente sobre os papéis existentes no exercício do estágio, sobre a história e fundamentação teórica da robótica educacional, o lúdico no processo de ensinar e aprender, atividade de robótica educacional no ensino de matemática, construção e de atividades investigativas no ensino de matemática com robótica e aplicação das mesmas. (ROBOMAT[40], 2017, p. 2)

No plano de ensino da disciplina de Estágio Supervisionado I encontramos o objetivo de aprendizagem: "Permitir que o professor de Matemática em formação, possa colocar-se em situações que combinem a relação teoria-prática, de forma a desenvolver atitudes de prática educativa adequadas a promoção de um ensino de matemática que desmitifique a fobia pela matemática" (ESTÁGIO SUPERVISIONADO I, 2017, p. 1). Com isso, procuramos contribuir para a formação do futuro professor com a experiência da docência, a oportunidade para ele conhecer, analisar e refletir sobre as experiências da sala de aula, seu futuro ambiente de trabalho, por meio da pesquisa desenvolvida no projeto de estágio.

A proposta metodológica contempla as ações pedagógicas desenvolvidas por meio do projeto de estágio, como pode ser visto no plano de ensino da disciplina: "A disciplina será desenvolvida pensando no ensino e aprendizagem dos conteúdos e também a construção de um projeto de investigação e produção de conhecimento sobre 'Robótica Educacional e Matemática' (ROBOMAT, 2017, p. 2, grifos do autor).

Esse objetivo e proposta metodológica são bastante desafiadores uma vez que, como vimos em Pimenta e Lima (2017), buscam romper com as tradicionais concepções de estágio ou apenas como prática desconectada da teoria, ou apenas como uma instrumentalização técnica. Além disso, exige dos futuros professores *inovar* e criar aulas de Matemática utilizando protótipos, sem apoio de livros didáticos e materiais prontos. Exige um método de aprendizagem significativo da robótica como possibilidade de mudar a situação do processo de ensino-aprendizagem de Matemática, a partir da descoberta, da investigação, da curiosidade e autonomia do aluno.

As TDIC podem ser utilizadas em um modelo tradicional de ensino ou numa perspectiva de mudança no processo de ensino-aprendizagem, sendo facilitadoras de um ensino *inovador*. No modelo tradicional de ensino, o papel do professor "é visto sobretudo como o de fornecer informação aos alunos, controlar o discurso e o desenvolvimento da aula, procurando que todos os alunos atinjam os mesmos objectivos no mais curto espaço de tempo" (PONTE; OLIVEIRA;

---

[40] ROBOMAT*: construindo cenários de Matemática com Robótica Educacional*. Universidade Federal de Goiás. 2017. Projeto aprovado pelo Coordenador de Estágio do Departamento de Matemática. Não disponível para consulta.

VARANDAS[41], 2003, p. 5). Na perspectiva "de um ensino *inovador*, esse papel será cada vez mais marcado pela preocupação em criar situações de aprendizagem estimulantes, desafiando os alunos a pensar e apoiando-os no seu trabalho, e favorecendo a divergência e a diversificação dos percursos de aprendizagem" (PONTE; OLIVEIRA; VARANDAS[42], 2003, p. 5, grifo nosso). No Quadro 6, os autores apresentam as potencialidades da mudança no papel do professor, numa situação de uso das TDIC no processo de ensino-aprendizagem.

Quadro 6 – Mudança no papel do professor, potencializada pelas TDIC

Velhos papéis	Novos papéis
Fornecer informação	Criar situações de aprendizagem
Controlar	Desafiar, apoiar
Uniformizar	Diversificar

Fonte: PONTE; OLIVEIRA; VARANDAS[43] (2003, p. 5).

Portanto, trabalhar com robótica exige uma mudança no papel dos professores que, de uma lógica de consumidores de informações e materiais, passam a ser produtores de informações e materiais (PONTE; OLIVEIRA; VARANDAS, 2003). Os futuros professores tiveram que produzir seus próprios planos de aula, com base na pesquisa e escolha dos protótipos, elaboraram tarefas de investigação matemática envolvendo o robô (desde a construção, a programação e o contexto) e analisaram e avaliaram sua própria prática na sala de aula. Essa é a postura que se espera do novo professor nos cenários da cultura digital.

5.2 A ORGANIZAÇÃO DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO I

Para que o estágio se desenvolvesse à luz do ROBOMAT, foram traçadas quatro etapas para orientar o desenvolvimento da disciplina, nomeadas *Experimentação, Estudo Teórico, Workshop* e *Estudo de aula*, completando assim a carga horária da disciplina, de 200 horas/aula (Quadro 7).

[41] Página na versão consultada.
[42] Página na versão consultada.
[43] Página na versão consultada.

Quadro 7 - Síntese das ações realizadas neste estudo

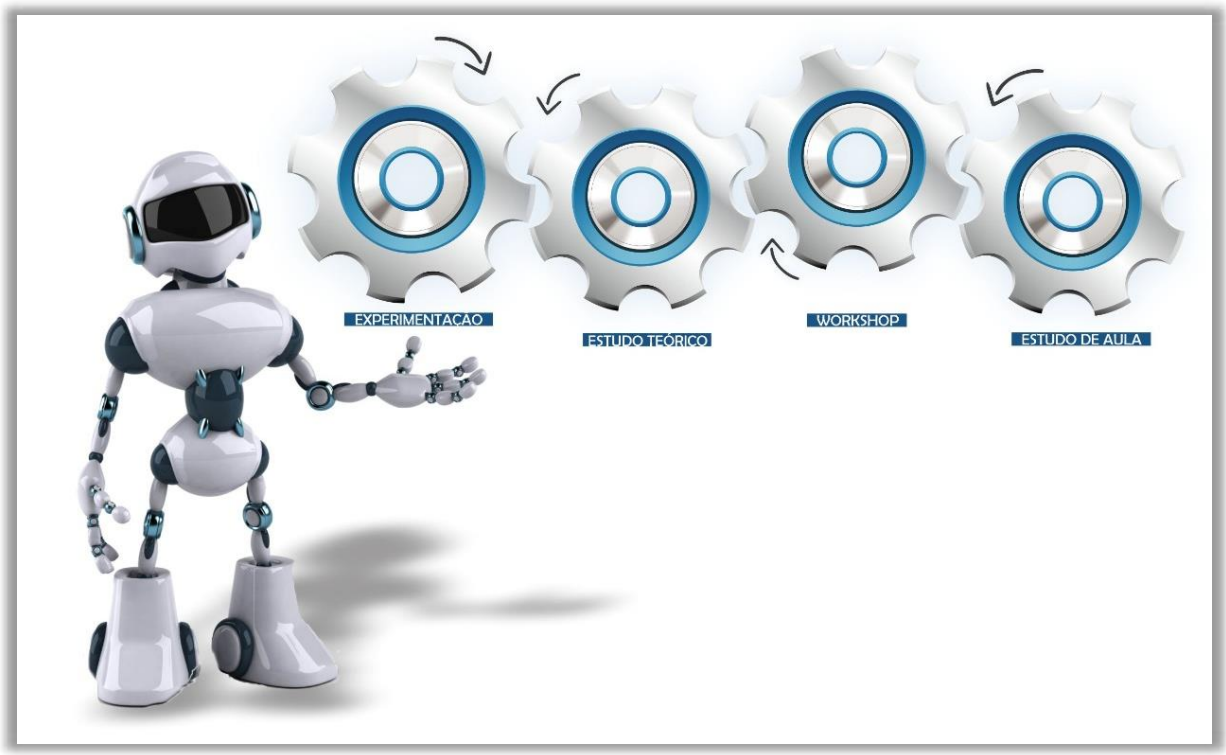
Fases		Descrição	Horas	Período
Experimentação		Aulas de robótica: construção, programação de robôs e realização de tarefas matemáticas. Foram trabalhados três robôs distintos: ● Castor Bot com sensores; ● Grua Móvel; ● Relógio Analógico.	64	Março a julho
Estudo Teórico		Estudamos livros e artigos sobre RE, o uso da investigação e exploração matemática na sala de aula por meio das TDIC e estudo de aula.	20	Abril a julho
Workshop		Nove pesquisadores convidados apresentaram palestras com duração de cerca de uma hora cada, tratando de temas como Robótica Proprietária, Robótica Livre e Movimento Maker em contextos diversos.	10	Maio a novembro
ESTUDO DE AULA	**Planejamento**	Pesquisa e escolha dos robôs. Construção e programação dos robôs. Planejamento das aulas de investigação. Elaboração de tarefas investigativas e exploratórias envolvendo os robôs escolhidos. Construção dos planos de aula e sequências didáticas. Elaboração e experimentação das tarefas para cada aula.	20	Junho a dezembro
	ROBOMAT e a Observação	Condução das aulas de investigação para alunos de 1ª e 2ª série do Ensino Médio, às sextas-feiras, das 13:00 às 17:00.	44	Agosto a dezembro
	Reflexão e Ajustes	As reflexões ocorreram às segundas-feiras, das 17:30 às 19:00.	32	
Documentos da Disciplina		Orientações e redação dos relatórios, documentos obrigatórios, organização do material, etc.	10	Março a dezembro

Fonte: Elaborado pela Pesquisadora.

A divisão apresentada no Quadro 7 foi uma escolha didática para facilitar a redação desta tese, pois cada etapa não ocorreu de forma isolada e estanque como parece. Pelo contrário, as etapas foram se entrelaçando ao longo da disciplina, entre as diferentes ações, de acordo com a disponibilidade dos participantes, as demandas do grupo, a necessidade de intervenção, etc. Assim, no mesmo dia poderiam ocorrer ações de etapas diferentes, como por exemplo, iniciar a aula com as discussões sobre um texto e seguir para as tarefas com um robô, ou iniciar com uma palestra do *Workshop* e seguir para o planejamento do Estudo de Aula. Desse modo, percebemos que cada etapa foi preponderante, mas alimentou a outra e deu força para que ela

acontecesse, como no conjunto de engrenagens, em que uma engrenagem gira, possibilitando o movimento da outra (Figura 38).

Figura 38 – Entrelaçamento e movimento das ações realizadas



Fonte: Elaborado pela Pesquisadora.

Na Figura 38 apresentamos nossa compreensão a respeito do entrelaçamento e movimento das etapas que constituíram o Estágio Supervisionado I. Cada etapa foi planejada e realizada coletivamente, aberta a sugestões e mudanças necessárias, procurando sempre dar voz a todos os participantes da pesquisa, e os professores estagiários atuaram colaborativamente no processo de planejamento das ações do projeto ROBOMAT.

Entendemos que a *Experimentação*, o *Estudo Teórico* e o *Workshop* corresponderam à fase preparatória para implementar a última etapa da investigação, o *Estudo de Aula*, cujas aulas de investigação constituíram o ROBOMAT. A fase preparatória contou com a participação dos estagiários, do professor orientador de estágio e da pesquisadora. A quarta etapa envolveu, além desses protagonistas, os alunos do Ensino Médio e o professor supervisor.

Identificamos três estratégias principais do trabalho ao longo das etapas do estágio: o trabalho colaborativo do grupo, durante o período de estudo da robótica e planejamento do projeto ROBOMAT; a integração de algumas TDIC no Estágio Supervisionado para conduzir

e facilitar o planejamento do projeto de estágio (SIGAA, *WhatsApp*, *Facebook* e *e-mail*); e o uso da Robótica Educacional para aprender e ensinar Matemática.

5.2.1 A Experimentação

A primeira etapa, *Experimentação*, foi o momento de os estagiários aprenderem Robótica Educacional. Nosso objetivo nessa etapa foi possibilitar que os estagiários desenvolvessem um conhecimento básico sobre a construção e programação dos protótipos, utilizando o *kit LEGO® Mindstorms NXT 2.0.* Ao trabalhar com os protótipos nas aulas de Estágio Supervisionado I, queríamos envolver os futuros professores nesse processo de fluência tecnológica com a robótica educacional, pois como reforça Santos E. (2012, p. 71), "o desenvolvimento de ferramentas tecnológicas inovadoras conduz a novas possibilidades de implementação de cenários autênticos de aprendizagem, que podem ser usados na exploração do conhecimento e na resolução de problemas do mundo real". E, ainda, a perspectiva ao trabalhar com robótica é que:

> O principal objetivo do uso da robótica como ferramenta, é a criação de dispositivos e sensores dotados de recursos que permitem fazer leituras de sinais do nosso mundo, processar informações e interagir com respostas inteligentes, gerando interação do mundo real com o digital, despertando a curiosidade e o potencial criativo dos seus desenvolvedores e programadores, nesse caso, nossos jovens estudantes. (MARTINS, 2017, p. 14)

Iniciamos as aulas com a atividade de apresentação e discussão sobre o filme *Blade Runner,* com o propósito de despertar o interesse dos futuros professores para o tema das tecnologias, principalmente da robótica na sala de aula. Ao final, a turma refletiu sobre como trabalhar filme, tecnologia e Matemática, no contexto da sala de aula, na Educação Básica. Como primeira tarefa da disciplina, os estagiários assistiram a outros filmes de suas preferências, mas que envolvessem tecnologia ou robótica, e elaboraram um plano de aula, trabalhando o filme escolhido e a Matemática. As ideias foram apresentadas e discutidas em sala de aula posteriormente. Com esse "gancho", os formadores trabalharam sobre o modelo do plano de aula (APÊNDICE K) adotado à disciplina, o que cada uma de suas partes implicava e como se dava o planejamento de uma aula.

Assim, durante as aulas, os professores estagiários desenvolveram, construíram e programaram alguns dispositivos, se envolveram na exploração tanto com o *hardware* quanto

com o *software* de programação do *kit*. Ao longo dessas aulas, foram explorados três robôs distintos: *Castor Bot* e adaptação dos sensores, Grua Móvel e o Relógio Analógico.

Esses protótipos foram escolhidos levando-se em consideração três aspectos: conceitos científico-tecnológicos relacionados com os protótipos, conceitos matemáticos e tarefas de investigação matemática que poderiam ser trabalhadas. Essas três características foram escolhidas para alcançar os objetivos do projeto ROBOMAT, no qual os estagiários tiveram que aprender robótica educacional, durante o primeiro semestre letivo, os conceitos científicos-tecnológicos necessários para perceberem a matemática presente nas situações-problema e, resolver esses problemas a partir das investigações matemáticas e a partir desse conhecimento, planejar e conduzir aulas de robótica para os alunos da Educação Básica, no segundo semestre.

Os conteúdos matemáticos foram os pilares para a escolha desses protótipos. Eles foram trabalhados de forma integrada à construção e programação de cada robô. Para Papert (2008), quando os conteúdos estão integrados em um contexto de uso e interesse do aluno, ele aprende com mais facilidade. Assim, de forma integrada ao contexto dos robôs, exploramos os conteúdos: operações básicas, sistema métrico de medida, conceitos de geometria e álgebra, como, regra de três simples, proporções, equação do 1.º grau, função do 1.º grau, trigonometria, entre outros.

Como vimos, os desafios envolviam conceitos matemáticos importantes para um aluno do Ensino Médio e não conceitos mais avançados e complexos. Para Ponte (2003), investigar corresponde a procurar conhecer, compreender determinada situação, procurar por respostas para os problemas. É uma prática que tem muito a contribuir dentro da sala de aula, pois,

> Em contextos de ensino e aprendizagem, investigar não significa necessariamente lidar com problemas muito sofisticados na fronteira do conhecimento. Significa, tão-só, que formulamos questões que nos interessam, para as quais não temos resposta pronta, e procuramos essa resposta de modo tanto quanto possível fundamentado e rigoroso. Desse modo, investigar não representa obrigatoriamente trabalhar em problemas muito difíceis. Significa, pelo contrário, trabalhar com questões que nos interpela e que se apresentam no início de modo confuso, mas que procuramos clarificar e estudar de modo organizado. (PONTE; BROCARDO; OLIVEIRA, 2006, p. 9)

Entendemos a importância da investigação nas aulas de Matemática, pois permite que o aluno desenvolva habilidades e estratégias necessárias para a construção do seu conhecimento matemático. Compreendemos que a investigação matemática envolveu o processo como um todo, quando relacionada aos problemas envolvendo os robôs, sua construção, programação e o contexto e também às tarefas propostas pelos formadores. De fato, segundo Ponte, Brocardo

e Oliveira (2006, p. 16) “uma investigação matemática desenvolve-se usualmente em torno de um ou mais problemas. Pode mesmo dizer-se que o primeiro grande passo de qualquer investigação é identificar claramente o problema a resolver”. O que revela, segundo esses mesmos autores, a estreita relação entre as investigações e os problemas.

Seguindo essa compreensão, os estagiários estavam diante de situações de investigação matemática, nas quais eles próprios identificaram problemas para investigar utilizando o robô, mas também resolveram tarefas de investigação propostas pelos formadores. Essas tarefas correspondem

> as situações abertas, cujas questões não estão completamente formuladas, permitem ao aluno envolver-se na actividade desde o seu primeiro momento. De igual modo, na elaboração de estratégias, na generalização de resultados, no estabelecimento de relações entre conceitos e áreas da Matemática, na sistematização de ideias e resultados, são múltiplas as oportunidades de trabalho criativo, significativo para quem o empreende. (PONTE *et al.*, 1999, p. 41-42)

Para esses autores, numa aula envolvendo a investigação matemática, existem três etapas a serem seguidas: “a formulação da tarefa, o desenvolvimento do trabalho e o momento de síntese e conclusão final” (PONTE *et al.*, 1999, p. 42). O professor propõe a tarefa e procura motivar os alunos para sua resolução, acompanha o trabalho dos estudantes, faz questionamentos procurando compreender o pensamento dos alunos. Por fim, o professor procura compreender as conclusões dos alunos sobre o trabalho, quais são as justificativas e implicações importantes. O diálogo com os alunos é o principal elemento de apoio durante a resolução da tarefa e, por fim, o professor deve concluir com uma discussão coletiva. “Ao longo de todo este processo, precisa criar um ambiente propício à aprendizagem, estimular a comunicação entre os alunos e assumir uma variedade de papéis que favoreçam a sua aprendizagem” (PONTE *et al.*, 1999, p. 42).

As aulas seguiram uma abordagem exploratória, conforme Ponte e Quaresma (2015), a natureza das tarefas, a organização do trabalho e o tipo de comunicação com os alunos definem essa estratégia. Os alunos aprendem de acordo com a atividade que fazem ao resolver as tarefas, por isso, a natureza das tarefas influencia em suas aprendizagens. Nessa abordagem, Ponte (2005b) afirma que o professor não ensina tudo, deixa o aluno realizar o trabalho de descoberta, de encaminhamento das ideias até a construção do conhecimento. Nessa concepção, o centro da atividade está no processo de ensino-aprendizagem, que pressupõe que só houve ensino, se houve aprendizagem.

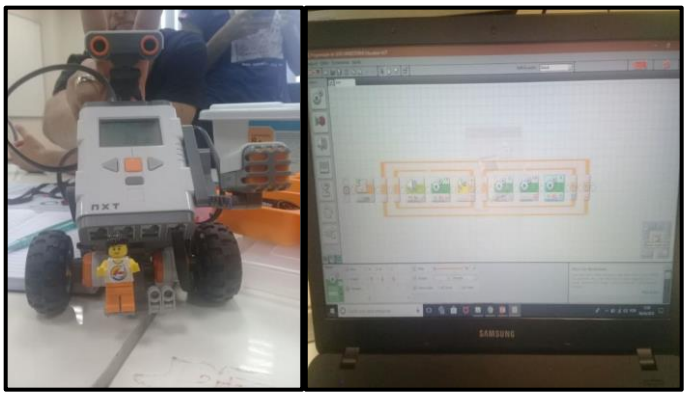
Durante as várias aulas envolvendo a Robótica Educacional, a investigação matemática foi sempre estimulada a partir dos desafios e tarefas, nos quais os estagiários realizaram atividades de construção, programação dos robôs, e resolução de situações-problema envolvendo os protótipos, que originaram tarefas investigativas e exploratórias de Matemática. Desse modo, os estagiários exploraram todo o material do *kit* disponível, em um ambiente exploratório e de investigação matemática, sempre vislumbrando a Robótica Educacional como uma ferramenta para o ensino de Matemática.

No decorrer do trabalho com as investigações matemáticas e exploração do robô, buscamos sempre propiciar aos estagiários um ambiente de aprendizagem descontraído, lúdico, em que eles pudessem vivenciar as experiências com a maior autonomia possível, experimentando as dificuldades e os desafios durante todo o processo de aprendizagem da robótica. Possibilitamos que estivessem à vontade para pensar e agir como se fossem alunos da Educação Básica aprendendo robótica, utilizando apenas os recursos matemáticos disponíveis para alunos do Ensino Médio para resolver as situações-problema propostas. Segundo Ponte *et al.* (1999, p. 47), "para promover o envolvimento dos alunos nas tarefas, o professor tem de criar um ambiente em que todos os alunos se sintam à vontade para apresentar as suas conjecturas, argumentar contra ou a favor das ideias dos outros, sabendo que o seu raciocínio será valorizado".

Durante a exploração inicial, os estagiários abriram os *kits*, manusearam, compararam as peças disponíveis e registraram nos blocos de notas. Eles observaram atentamente como as peças estavam organizadas e como eram compostas. Para o primeiro protótipo, propusemos a montagem do robô *Castor Bot*, um protótipo simples, com passo a passo disponível na revista que acompanha o *kit*. Embora simples, com esse dispositivo exploramos várias funcionalidades e conceitos, tanto sobre o *hardware* quanto sobre o *software*. Sobre o *hardware,* os estagiários fizeram a adaptação dos sensores ao protótipo, de forma a manter a sua estabilidade e eficiência. Sobre o *software* de programação, exploramos a programação para os diferentes movimentos do protótipo, que é muito usada em outros modelos, além da programação dos sensores. Assim desenvolvemos os conhecimentos básicos, necessários para programar protótipos mais elaborados.

Com calma, os estagiários fizeram a construção do primeiro robô, observando as peças necessárias na estrutura do chassi do robô e na construção (Figura 39).

Figura 39 – Primeiro robô trabalhado e a programação utilizada por um subgrupo



Fonte: Dados da Pesquisa

Alguns estagiários tiveram dificuldades na primeira construção, pois ela exige reconhecimento das peças, paciência para encaixá-las e coordenação motora fina. Um certo receio inicial foi observado em alguns principiantes na robótica. Com o tempo, com os demais modelos construídos e com a colaboração e interação entre os subgrupos, aos poucos, os estagiários foram rompendo essas barreiras.

Essa etapa foi o espaço e o tempo dedicado a aprender, para depois os estagiários poderem ensinar. Assim, eles elaboraram alguns modelos matemáticos necessários para a contextualização das situações-problema e a programação dos robôs (como discutiremos na seção 6). O ambiente com os robôs permitiu desenvolver não apenas os modelos matemáticos, mas também propiciou "o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas, de comunicação, de trabalho em equipa e promover a independência, a imaginação e a criatividade" (SANTOS, E., 2012, p. 71). Esses problemas envolveram conhecimentos de natureza científica e tecnológica, mas principalmente, conhecimentos matemáticos.

Em nossas aulas, as tarefas[44] tanto eram elaboradas pelos formadores quanto pelos próprios estagiários, em seus subgrupos, ou pela sala toda participando, conjuntamente, com o incentivo dos formadores. As questões não eram fechadas, cada subgrupo poderia chegar num tipo de resposta, diferente dos demais. Para a programação, cada subgrupo seguia suas próprias estratégias, necessidades do robô e, na maioria das vezes, divergia do resultado dos demais subgrupos.

Assim, os estagiários discutiam, questionavam as possibilidades, interagiam com o seu subgrupo e com os demais subgrupos, buscando as soluções para os problemas. Eles também analisavam as possibilidades que o robô (construção, programação e situações-problema)

[44] Na seção 6 serão discutidas algumas das tarefas propostas em sala de aula nessa etapa.

oferecia para explorar o ensino da Matemática e respectivos conteúdos. Em vários momentos, as soluções dos subgrupos eram partilhadas com toda a turma, principalmente, para sintetizar e fixar os principais conceitos apreendidos na aula, para apresentar as diferentes formas de programação do robô para uma mesma tarefa ou para sanar dúvidas de alguns subgrupos. Conforme relato de vários estagiários, a parte que eles mais gostaram durante o trabalho com os robôs, foi a investigação matemática possibilitada pelos protótipos, foi perceber onde a Matemática se encaixa nesse contexto.

Os subgrupos foram avançando conforme o desenvolvimento de cada um, com isso, enfatizamos a autonomia desses futuros professores para serem responsáveis pela construção de seu próprio conhecimento. Assim, nas primeiras aulas, alguns construíram e fizeram as programações mais simples: andar para a frente, para trás, etc., enquanto outros exploraram outros recursos, incluindo sensores no robô, e começaram a programá-lo. Nessa medida, eles iam avançando na compreensão dos conceitos científico-tecnológicos envolvidos, como a finalidade e como programar cada um dos sensores.

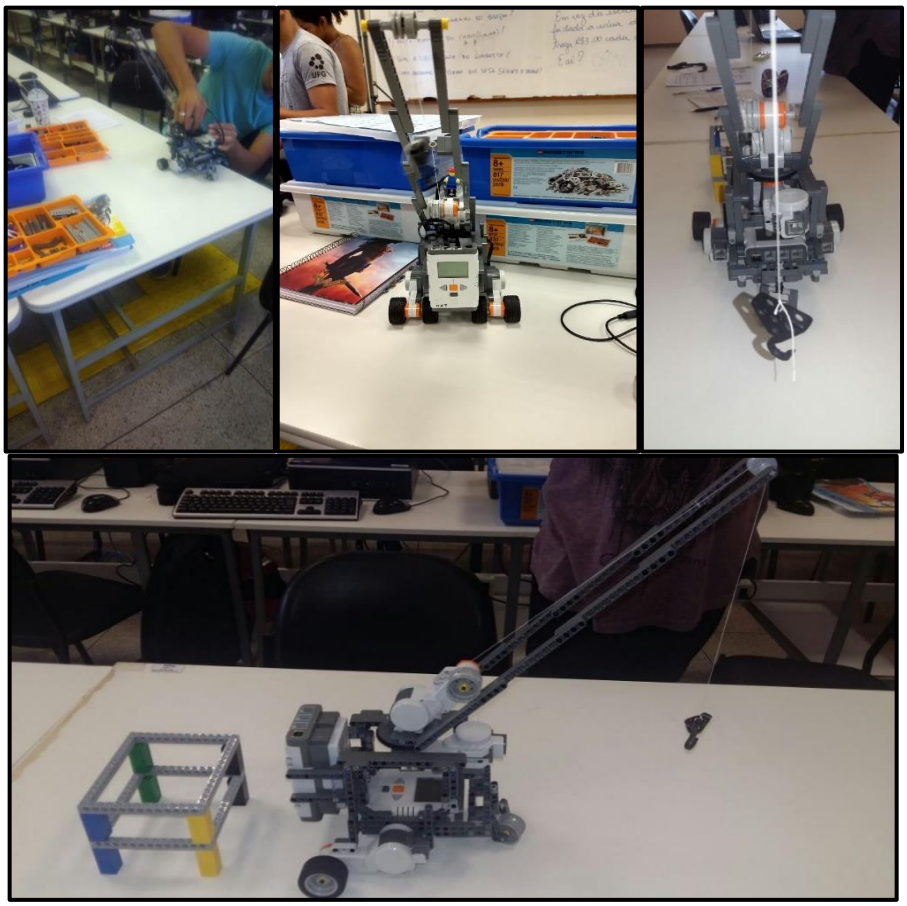
Foram momentos de muita euforia, empolgação e engajamento (Diário de Campo, Aula de 06/04/18), e assim, transcorreu a maioria das aulas de *Experimentação*. Havia bastante barulho, curiosidade e atividade, diferente do contexto de passividade, tão presente em aulas de Matemática. Para os estagiários, essas aulas foram consideradas muito divertidas:

> ***Pesquisadora:*** *O que você mais gostou na disciplina, no primeiro semestre?*
> ***José:*** *Fazer os robôs, montar eles. Aquela parte ali, o montar, é divertido. Eu gosto de brincar com LEGO, fazer umas coisinhas. Acaba que vira uma brincadeira, então, é bem legal.*
> ***Pesquisadora:*** *A construção em si?*
> ***José:*** *A construção. A parte da programação, até que ela é divertida, mas não tanto quanto a montagem. Porque na montagem você pode fazer alguma coisinha diferente, outra aqui, outra ali, fazer um "trem" mais legalzinho. Igual nós batalhamos lá, né? Ficou bem divertido. Eu acho que é uma parte que os alunos gostam mais, além dos desafios, é a montagem.* (José, entrevista, 2018)

O segundo protótipo explorado em sala de aula foi a Grua Móvel[45] (Figura 40). A Grua foi inspirada no modelo real e é, segundo o *Dicionário Aurélio on-line*, uma Tecnologia Aparelho destinada a levantar cargas, guindaste. Na Engenharia Civil, a grua é muito usada para deslocar vigas de ferro ou objetos muito pesados de um lugar para outro em grandes edifícios em construção.

[45] Esse protótipo foi criado por uma equipe de alunas do curso de Engenharia Civil, numa disciplina ministrada pela pesquisadora, no ano de 2017. Para mais informações sobre o protótipo consulte SOUZA *et al.* (2019).

Figura 40 – Grua Móvel



Fonte: Dados da Pesquisa

Diferente do primeiro protótipo, que tinha um passo a passo detalhado para a construção, esse exigiu mais cuidado, pois o tutorial não estava detalhado e necessitava de adaptações e ajustes para estabilizar a estrutura. Esse processo de construção mais livre é importante para que o estudante compreenda e explore as peças disponíveis e descubra como conectá-las para melhorar a estrutura, por exemplo.

O contexto preparado para esse protótipo simulava uma obra de um edifício em que era necessário deslocar objetos pesados do chão até o topo de um prédio. Esse robô se desloca em movimentos retilíneos e curvilíneos, além de movimentar o guindaste, com um pedaço de barbante fazendo o papel do cabo de aço preso a um gancho.

Levantamos coletivamente as questões que os estagiários queriam investigar, utilizando esse robô. Além dessas, os formadores também apresentaram algumas tarefas para serem realizadas com o protótipo.

No desenvolvimento do trabalho, cada subgrupo adotou suas próprias estratégias: enquanto alguns estagiários dividiam a tarefa de construção por partes entre os participantes,

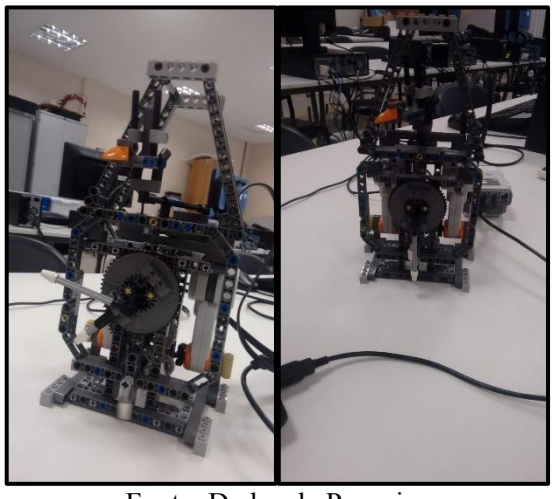
em outros, enquanto uns construíam, os demais se preparavam para a programação (Diário de Campo, aula de 27/04/2018).

Os futuros professores se envolveram com esse protótipo, pesquisaram novas formas de programação, sendo que era a primeira vez que eles programavam dois *Bricks* simultaneamente.

Esse protótipo serviu para colocar os futuros professores numa posição ativa no processo de aprendizagem, em que buscaram ampliar, produzir ou construir novos conhecimentos a partir da descoberta, da busca pela própria aprendizagem (FREIRE, 2010).

O terceiro protótipo proposto pelos formadores foi o Relógio Analógico *Classic-Clock*, tendo como base a pesquisa de Silva (2014). Esse professor, em sua pesquisa de mestrado, explorou a matemática existente no processo de interação e funcionamento de engrenagens de um relógio analógico com a finalidade de ensinar função linear para alunos de Ensino Médio. Inicialmente, o protótipo foi apresentado aos estagiários na primeira palestra do *Workshop* por um pesquisador convidado, pertencente à instituição coparticipante. Ele desenvolveu, em linhas gerais o trabalho realizado por Silva (2014), seu orientando de mestrado. A partir dessa palestra, os formadores orientaram os estagiários na construção e programação do relógio analógico *Classic-Clock* (Figura 41), seguindo os passos da investigação matemática desenvolvida por Silva.

Figura 41 – Construção do Relógio Analógico Classic-Clock



Fonte: Dados da Pesquisa

Os estagiários não se limitaram a estudar apenas os protótipos propostos pelos formadores, mas por iniciativa própria, construíram, programaram e exploraram outros robôs de interesse próprio, como é o caso do robô Cobra Cascavel[46] (Figura 42).

[46] Montagem livre disponível no *site* https://www.nxtprograms.com/rattlesnake/steps.html

Figura 42 – Cobra Cascavel construída por Rogério



Fonte: Dados da Pesquisa

Diante do exposto pelos estagiários, podemos inferir que cada protótipo trabalhado em sala, nesse momento de preparação para o estudo de aula, contribuiu de alguma maneira para a formação dos estagiários, para a fluência tecnológica com relação à robótica e, principalmente, em como utilizar a Robótica Educacional para a investigação matemática. As aprendizagens dessa etapa contribuíram para o planejamento e a condução do estudo de aula (analisado na seção 7), seja nas ideias para as aulas com abordagem exploratória, nas possibilidades de exploração matemática, seja nas possibilidades de aprendizagem na construção e programação dos protótipos.

Durante essas aulas, ao possibilitar que os estagiários explorassem, investigassem e interagissem com os protótipos, demos a eles a oportunidade de descobrirem, de testarem suas hipóteses e suas próprias ideias de construção e de programação. Eles elaboraram e testaram suas próprias conjecturas matemáticas, utilizando saberes matemáticos desenvolvidos ao longo de suas vidas escolar e acadêmica: "Quando o aprendiz testa suas ideias no mundo real através de qualquer coisa que possa materializar seus pensamentos como um programa de computador, ou peças de montagem como o LEGO, eles desenvolvem por si próprios noções que nunca haviam experimentado antes" (CAMPOS, 2005, p. 59).

Dessa forma, os estagiários tiveram a oportunidade de desenvolvimento e crescimento, pois "uma das etapas mais importantes do crescimento mental está baseada não somente em adquirir novas habilidades, mas em adquirir novas maneiras de usar aquilo que já conhecemos" (PAPERT, 2008, p. 92). Campos (2005) fala da importância das crianças saberem novas maneiras de utilizar seus conhecimentos para o seu crescimento mental, mas acreditamos que isso também se aplica ao caso de qualquer aprendiz:

> Desenvolvido pelo aprendiz e relacionado com um objeto significativo, estas noções, ou poderíamos chamar de explosões de ideias [...], permitem aos alunos ver como e por que alguma coisa funciona. Se alguma criança sabe os "como" e "porquês" por detrás de um conceito, ele não somente terá um

> melhor entendimento das informações, mas terá a habilidade de aplicar os conceitos em qualquer outro lugar. [...] Neste contexto, devido ao desenvolvimento das ideias, os alunos através da própria experimentação vivenciam uma conexão de seus pensamentos e um olhar positivo do aprendizado. (CAMPOS, 2005, p. 59)

Os estagiários desenvolveram novos conhecimentos, percepções e experiências que poderiam utilizar posteriormente para ensinar Matemática, utilizando a robótica. Mesmo que estivéssemos trabalhando com adultos, entendemos que, conhecer como os objetos funcionam e todos conceitos e conhecimentos científicos-tecnológicos que estão envolvidos naqueles protótipos, contribuíram para o seu crescimento intelectual, para o desenvolvimento de habilidades e competências necessárias para compreenderem as conexões entre o protótipo e a Matemática. Segundo Campos (2005, p. 61-62), "Papert eleva nossa atenção ao fato de que se mergulharmos em situações de aprendizagem ao invés de olhá-la a certa distância, ter uma conectividade ao invés da estar separado, elas se tornarão poderosas para nosso aprendizado". Portanto, participar ativamente do processo de construção e de programação dos robôs foram as ferramentas fundamentais dessa primeira etapa do estágio. Os estagiários desenvolveram conhecimentos sobre a construção e programação de robôs. A programação exigiu mais atenção e persistência de alguns. Eles aprenderam como programar robôs para fazer os principais movimentos, programar o robô para se movimentar e ao mesmo acionar os sensores (ultrassônico, cor, luz e toque). Programar robôs com dois *Bricks* e programar via *Bluetooth.* Esses conhecimentos e habilidades adquiridos nesse momento foram fundamentais para a etapa final da ação formativa.

Aprender, para depois ensinar. No caso da nossa proposta do Estágio Supervisionado I, os estagiários deveriam aprender Robótica Educacional para ensinar alunos do Ensino Médio. Nomeadamente, eles deveriam aprender a construir e programar os robôs, utilizando os *kits LEGO*®, compreender como envolver a Matemática nesse processo para que, posteriormente, pudessem ensinar Matemática mediada pela robótica para alunos do Ensino Médio. Esse processo não envolve um livro ou material didático que disponibilize os planos de aula-modelo para serem seguidos, mas sim, envolve um processo de pesquisa e autoria, de criação dessas aulas. Podemos afirmar que, ao final dessa etapa, os estagiários haviam adquirido conhecimentos suficientes sobre robótica e a investigação matemática para planejar e conduzir as aulas durante o estudo de aula (seção 7).

5.2.2 O Estudo Teórico

Para promover o processo de reflexão acerca do uso das tecnologias no ensino de Matemática, desenvolvemos a segunda etapa do Estágio Supervisionado I, o *Estudo Teórico*, período que dedicamos às leituras e discussões em grupo. Esse foi o momento de ler, refletir e discutir textos de autores que tratam dos principais temas necessários para a disciplina, como Robótica Educacional, Estudo de Aula, Investigação Matemática, o uso das TDIC na sala de aula, etc. Com as leituras, buscamos subsidiar as aprendizagens necessárias para a execução das ações do projeto ROBOMAT. Essa etapa contribuiu para as atividades posteriores, como a escrita de relatórios e artigos, mas também para a fase do estudo de aula, pois deu suporte ao planejamento e condução das aulas de investigação e à reflexão sobre elas.

Durante as leituras e reflexões procuramos superar a dicotomia entre teoria e prática, pois visamos a formação de um profissional crítico e reflexivo. Discutimos e refletimos sobre a história da robótica educacional, seus conceitos, suas potencialidades no ensino de Matemática, as investigações matemáticas e o uso de TDIC no ensino de Matemática, utilizando vários artigos, livros, capítulos de livros e dissertação (GRANDO; BALKE, 2014; MATARIĆ, 2014; PAPERT, 2008; PAZUCH; BATTISTI; NEHRING, 2011; QUARESMA; PONTE, 2015; SILVESTRE; PONTE, 2008; SALES; SOUZA, 2013; SILVA, 2014).

Por fim, estudamos sobre as pesquisas realizadas em Portugal sobre o Estudo de Aula como processo de desenvolvimento profissional de professores de Matemática (PONTE *et al*., 2016). Estudamos as fases do estudo de aula e os objetivos de cada uma delas. Esse tema foi recorrente durante as ações da disciplina, pois em diferentes momentos voltamos a discuti-lo e a relembrar as fases e objetivos. Para alguns estagiários:

> ***Linda****: O estudo teórico foi bastante produtivo, estudar autores como Papert e o construcionismo, foi um momento importante. Além disto, a história de Papert e por que ele é considerado o "Pai da Robótica" nos faz refletir sobre o quão nós, professores, precisamos ser criativos para mudar a educação.* (Linda, Relatório Final, 2018)

Linda compreende a importância da criatividade docente no contexto atual e a necessidade de transformar a educação e o ensino, para que contribuam com o desenvolvimento da criatividade dos alunos, para que sejam cidadãos que conseguem lidar com problemas inesperados de forma criativa (RESNICK, 2007).

Para Noemi, essa fase foi importante não só para o desenvolvimento das ações da disciplina, mas para sua formação profissional:

> ***Noemi**: As leituras, no começo, foram meio maçantes, mas academicamente geraram bons frutos, me preparou melhor em relação ao nível de conhecimento sobre as áreas e algumas metodologias dentro do ensino de Matemática. Quando eu tive que escrever um artigo completo sobre a minha aula, esse processo de escrever o referencial teórico foi mais fácil, porque eu já tinha certo conhecimento. O artigo que eu escrevi sobre minha experiência no Estágio Supervisionado I foi publicado, gerando melhoria no meu currículo e mais experiência acadêmica.* (Noemi, Relatório Final, 2018)

Durante a entrevista, Noemi volta a falar da importância das leituras realizadas para a escrita e a reflexão sobre a ação, apresentada em forma de comunicação oral em um evento regional. As leituras a ajudaram a perceber melhor os conceitos sobre a robótica educacional, bem como compreender como se desenvolve uma investigação matemática.

> ***Pesquisadora:** O que você mais gostou de fazer no primeiro semestre?*
> ***Noemi:** Eu acho que o que eu mais gostei foram as leituras.*
> ***Pesquisadora:** É?*
> ***Noemi:** Nossa! A gente teve que escrever o artigo lá para a [redacted]. Eu vou dizer, dentro do meu artigo, eu referenciei a investigação matemática, né? Falei um pouco do construcionismo. E acho que sem ter lido isso, para mim definir a robótica, portanto, a robótica educacional, sem ter tido tempo para fazer essas leituras, eu não conseguiria fazer o artigo. Porque você tem que ter algum embasamento teórico e científico, né, dentro de um artigo acadêmico. E sair assim, pesquisando do nada, acho que fica um processo meio vago, meio vazio. E com as aulas das leituras, foi bom.* (Noemi, entrevista, 2018)

Noemi reforça a importância de desenvolver a prática vinculada à teoria. As leituras e as discussões sobre os textos foram importantes para mudar a perspectiva dos estagiários acerca do uso das TDIC no ensino de Matemática. A partir das leituras e das aulas de robótica, os estagiários foram percebendo que essa tecnologia tinha muitas contribuições a dar para o ensino de Matemática. Perceber a robótica como mediadora para o próprio aluno participar e construir o seu conhecimento matemático foi algo que alguns estagiários levaram tempo para compreender. Mas ao compreendê-lo, passaram a enxergar a robótica como uma aliada do professor.

5.2.3 O *Workshop*: Seminários de Robótica Educacional e Movimento *Maker*

A terceira etapa da disciplina foi o *Workshop: Seminários de Robótica Educacional e Movimento Maker*, um ciclo de palestras, em sua maioria transmitidas por videoconferência. Contamos com a apresentação de nove palestras sobre Robótica Educacional Livre e proprietária, Torneios de Robótica e Movimento *Maker,* apresentadas por pesquisadores convidados, um, da instituição coparticipante e oito, do Núcleo de Pesquisa em Mídias na

Educação (NUPEME). O *Workshop* possibilitou a partilha das diversas experiências desses pesquisadores que trabalham em rede e investigam sobre o uso de tecnologias no ensino de Matemática e Ciências.

Como não dispúnhamos de recursos financeiros para deslocar as pessoas, mais uma vez a tecnologia foi utilizada nesta pesquisa como possibilidade de aproximação e comunicação, promovendo a interação entre os participantes, mesmo de diferentes Estados do país. As palestras *on-line* foram possíveis graças aos sistemas https://conferenciaweb.rnp.br/ e ao https://bigbluebutton.org/, dois sistemas de conferência *on-line*, sendo um para todos os servidores federais e o outro, para qualquer usuário. Contamos ainda com o espaço físico da sala de aula disponível para a disciplina e os materiais de comunicação necessários para a interação dos participantes com os palestrantes.

As palestras (Figura 43) aconteceram de acordo com a disponibilidade dos palestrantes, no horário de aulas da disciplina. Divulgamos as palestras entre a comunidade acadêmica, alunos e professores das instituições envolvidas.

Figura 43 – Palestras por videoconferência



Fonte: Dados da Pesquisa

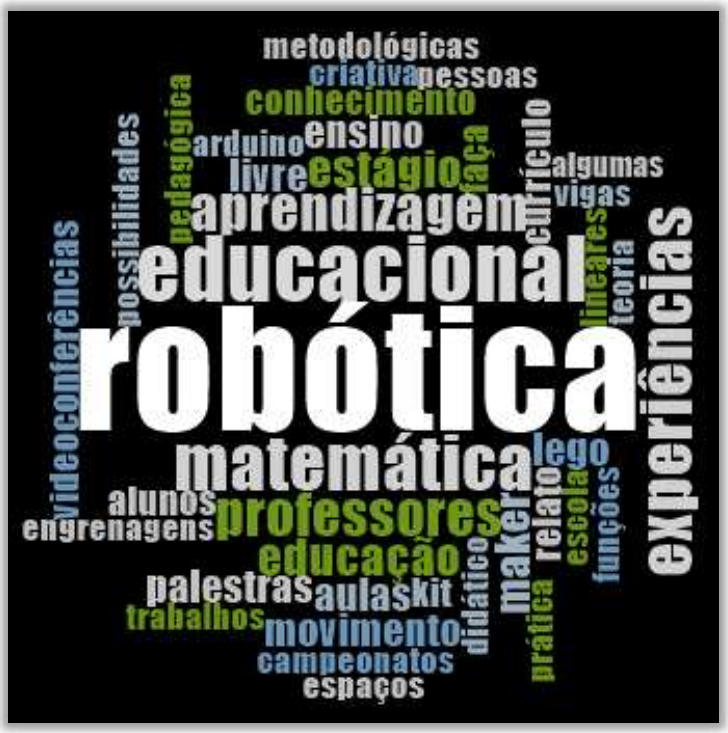
Além dos estagiários e formadores, contamos com a participação virtual de outros alunos e pesquisadores, chegando a contabilizar 41 pessoas presentes *on-line* durante uma das palestras. Essa ação tornou-se um evento (projeto de extensão cadastrado) na instituição e atingiu seu objetivo de desenvolver um espaço *on-line* de apresentação, diálogo e

compartilhamento de conhecimentos e experiências sobre Robótica Educacional e Movimento *Maker*. Contamos com a participação de palestrantes da Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, Universidade Federal de Uberlândia, Universidade Federal de São Paulo, Universidade Federal de Tocantins, Colégio Batista, Universidade Estadual de Goiás – Quirinópolis, Secretaria Municipal de Educação de Uberlândia e Secretaria Estadual de Educação de Goiás.

Em apenas duas palestras o contato entre os participantes foi direto, pois a palestra foi presencial, mas também transmitida *on-line,* enquanto nas outras sete, o contato foi indireto. O *Workshop* possibilitou que o grupo tivesse contato com professores e pesquisadores que investigam e trabalham com tecnologias, seja ao nível da Educação Básica ou do Ensino Superior, principalmente com Robótica Educacional. Com essa ação, conseguimos aproximar esses novos pesquisadores sobre a Robótica no ensino de Matemática de uma rede de pesquisadores já existente.

Na Figura 44 apresentamos a "nuvem de palavras mais frequentes", criada no *software NVivo,* a partir dos trechos dos relatórios finais relacionados a esse assunto. Podemos perceber nessa nuvem as experiências mais marcantes para os futuros professores acerca do *Workshop*.

Figura 44 – Nuvem de palavras acerca das concepções dos estagiários sobre o *Workshop*



Fonte: Nó "*workshop*", criado no NVivo, a partir do relatório final.

Evidentemente, as palavras “robótica” “educacional” e “matemática” são destaques na nuvem. Mas também, as expressões “educação”, “aprendizagem”, “experiências”, “professores”, “relato”, “possibilidades”. Os temas “arduino”, “movimento”, “*maker*”, “livre” (atribuído à Robótica Livre) também apareceram na nuvem. Como podemos observar na nuvem, essa ação possibilitou aos futuros professores uma visão geral dos diferentes projetos desenvolvidos com Robótica Educacional e Movimento *Maker,* nesses níveis de ensino, e pensar uma prática pedagógica que incorpore a Matemática e a robótica no contexto do Ensino Médio. Para os estagiários, esse momento foi de inspiração e motivação, que os impulsionou a desenvolver a criatividade e promoveu diferentes aprendizagens, pois mostrou-lhes que era possível alcançar os objetivos traçados pelo grupo. Ver as experiências de outros grupos, de outras pesquisas, foi fundamental para estimular os futuros professores a transporem as suas próprias barreiras e as dificuldades e incertezas encontradas. Ao refletirem sobre essa fase do estágio, os estagiários fizeram comentários como:

> ***Linda**: Este momento foi bastante inspirador, pois vimos que a robótica está presente em outros lugares, que vivem outras realidades, além de ver e ouvir veteranos contando suas experiências, tanto erros quanto acertos. (Linda, Relatório Final, 2018)*
> ***José**: [os palestrantes] nos motivaram, pois, seus trabalhos eram realmente transformadores, utilizando da robótica para mudar a vida dos alunos que estavam participando de seus projetos, que às vezes não tinha a oportunidade de ter contato com um computador, quem dirá do material LEGO®. As histórias de superação de alguns professores, que mesmo com todos os motivos para desistir, persistiram e lutaram para que seus alunos não perdessem a luta contra o sistema que os força a sair da escola, do meio onde vivem, que os levam ao mundo das drogas, ou até mesmo da falta de políticas de investimento, obrigando-os a recorrer a prática de fazer eles mesmos seus robôs e, com isso, abrindo novas portas para o movimento Maker. Um obrigado a todos que, com suas histórias, nos motivam a cada dia mais nos dedicarmos à inclusão dos alunos às novas tecnologias. (José, Relatório Final, 2018)*
> ***Larissa**: Foi muito bom podermos escutar as experiências que essas pessoas tiveram e podermos nos ver um pouco nessas experiências. Foi muito gratificante. (Larissa, Relatório Final, 2018)*

O *Workshop* aconteceu em um momento crucial para o grupo, pois vários estagiários achavam complicado aprender a trabalhar com os robôs para depois ensinar para os alunos do Ensino Médio. Naturalmente, como primeira experiência com a robótica e com a docência, muitos deles estavam inseguros e viam dificuldades durante esse processo de aprendizagem. Nas reflexões de José e Larissa é possível perceber como essa etapa foi importante para que percebessem que os erros são normais, que dificuldades certamente surgirão ao longo do caminho, entretanto, é possível aprender com os erros e transpor os obstáculos. Alguns deles, a

princípio, estavam desmotivados e inseguros, como registramos em nosso diário: “Essa palestra foi importante para resgatar a motivação dos estagiários com a Robótica Educacional. Eles pareciam-nos desmotivados, achando tudo muito difícil” (Diário de Campo, Aula de 08/06/2018). Ver a experiência de outros pesquisadores, mostrou para esses aprendizes de robótica que era possível aprender e ensinar Robótica Educacional para alunos da Educação Básica, como foi observado nas falas de José e Anninha durante as entrevistas:

> ***Pesquisadora:*** *E na parte das palestras, das atividades de videoconferências, o que você achou?*
> ***José:*** *Somou bastante, porque a gente vê as experiências de outras pessoas, vê o que pode dar certo, o que a gente pode agregar na aula da gente também. Alguns pontos que a gente pode absorver para isso.* (José, entrevista, 2018)
> ***Anninha****: Eu gostei muito das palestras. A gente teve uma visão maior da robótica do que só aqui, no estágio. Porque teve a robótica em vários outros lugares ou em outros contextos.* (Anninha, entrevista, 2018)

Os estagiários perceberam que era possível, que eles conseguiriam desenvolver um projeto dessa natureza, ou seja, eles adquiriram confiança na aprendizagem que estavam desenvolvendo e foram capazes de produzir o projeto ROBOMAT e conduzir as aulas com os alunos da Educação Básica, na etapa final. Além disso, as experiências compartilhadas serviram de inspiração para o planejamento de suas aulas, que veremos na sessão 7.

5.2.4 O Estudo de Aula

Conforme já discutimos na segunda seção, o estudo de aula agrega elementos de diferentes processos de desenvolvimento profissional docente. Ele pode promover a reflexão, o trabalho colaborativo de professores e o planejamento e condução das aulas com foco na aprendizagem do aluno. No estudo de aula, os participantes se reúnem, partem de um objetivo comum, que pode ser uma dificuldade da prática ou alguma questão que queiram responder. Preparam uma aula de investigação, elaboram ou selecionam tarefas para essa aula, identificam as possíveis dificuldades e respostas dos alunos para as tarefas propostas, conduzem a aula, observam a aula e registram suas anotações. Em seguida, durante a sessão de reflexão, analisam a aula, verificam se os objetivos foram alcançados e as principais dificuldades encontradas durante a aula. Essa aula é então revisada e aprimorada de modo a minimizar as dificuldades e, em alguns casos, é novamente conduzida a uma outra turma e segue-se todo o ciclo do estudo de aula descrito (PONTE *et al*., 2016; PONTE, 2017; QUARESMA, 2018; QUARESMA *et*

al., 2014). No nosso caso, essas reflexões serviram para refinar o planejamento das aulas seguintes.

O estudo de aula é focado na prática docente e tem como principal característica a sua natureza reflexiva: "trata-se, portanto, de um processo muito próximo de uma pequena investigação sobre a própria prática profissional, realizado em contexto colaborativo (QUARESMA *et al*., 2014, p. 410). Para Murata (2011, p. 2, tradução nossa) "o estudo de aula coloca os professores no centro da atividade profissional com seus interesses e um desejo de entender melhor a aprendizagem dos alunos com base em suas próprias experiências de ensino".

O estudo de aula envolve várias etapas que variam ou podem ser ajustadas aos diferentes contextos, conforme os objetivos traçados pelo grupo. No caso da formação inicial, o estudo de aula pode ser realizado em diferentes momentos do programa de formação. Se realizado no início, os futuros professores ainda não terão desenvolvido algumas competências e habilidades necessárias para o ensino, que envolve desde uma base teórica até o conhecimento didático para a prática educativa. Enquanto que mais no final do processo de formação, já é comum a vivência da prática docente através do estágio supervisionado. Ponte (2017, p. 173, tradução nossa) indica que, se "realizada na formação inicial de professores, existem várias possibilidades para a organização de estudos de aula, relativas ao papel que os futuros professores assumem e sua relação com os professores cooperantes das escolas". Esses papéis variam desde o protagonismo no planejamento e condução das aulas de investigação em turmas convencionais, à participação no planejamento e reflexão, ao planejamento e à condução das aulas de investigação uns aos outros e à reflexão sobre a ação (PONTE, 2017).

Por meio do projeto *ROBOMAT* é que se deu o envolvimento dos estagiários com o *Estudo de Aula*, a quarta etapa da disciplina, momento de colocar em prática o que aprenderam anteriormente. Essa última etapa contou com as fases de *Identificação do problema, Planejamento, Aula de investigação e Sessão de reflexão*. Foram convidados 12 alunos do Ensino Médio e um professor supervisor de uma escola pública da região para participar dessa ação. Foram planejadas, desenvolvidas e analisadas 12 aulas de investigação para o estudo de aula, consequentemente, ocorreram 12 ciclos do estudo de aula. Durante essa etapa, todos os estagiários puderam assumir a docência: planejar e conduzir aulas de cunho exploratório. Essas aulas ocorreram, em sequência, para a mesma turma.

A fase de planejamento das aulas de investigação iniciou-se no final da etapa de Experimentação, em junho, e foi até o final do estudo de aula, em dezembro. Durante essa etapa os futuros professores tiveram que se abrir para utilizar a imaginação e a criatividade. Os subgrupos testaram experimentos com novos protótipos, novas tarefas e desafios. Percebemos

que houve uma preocupação em criar, produzir aulas tão interessantes quanto (ou mais que) aquelas experimentadas por eles no início de sua aprendizagem da Robótica Educacional. Sentiram-se desafiados nesse processo de criação, de *inovação*, de autonomia do processo de ensinar e aprender Matemática a partir das experiências com robótica.

Conseguimos criar um ambiente propício às novas ideias, um ambiente de autoria de planos de aula e de tarefas envolvendo a investigação matemática e a robótica. Os estagiários continuaram o trabalho, divididos em seis subgrupos, nos quais planejaram colaborativamente um total de quarenta e quatro horas de aulas de investigação. A diversidade no processo de produção das tarefas ocorreu devido à variedade de experiências pretéritas dos participantes e, principalmente, ao seu envolvimento e comprometimento. Os futuros professores utilizaram horários extras para realizar suas pesquisas e para ir para o laboratório testar e colocar em prática as ideias e sugestões propostas por outros estagiários, durante o planejamento ou nas sessões de reflexão.

Algumas tarefas surgiram da discussão e reflexão sobre a própria função do robô e a sua utilidade na vida real. Foi o caso do carro, com movimentos em trajetórias retilíneas e curvilíneas ou desviar de obstáculos. A partir das pesquisas sobre desafios em torneios de robótica, os estagiários tiveram a ideia de capturar uma argola com um robô, durante um certo percurso. Eles utilizaram o seguidor de linha para movimentar numa trajetória simulando uma rodovia com várias cidades, ou no caso do robô *Plotter*, com a ideia de desenhar figuras geométricas e desenhos livres. Outros desafios surgiram de jogos amplamente conhecidos, como tiro ao alvo e a gincana da catapulta (acertar as latas com o robô).

O planejamento de cada aula de investigação exigiu dos estagiários uma postura investigativa, atenta às ações dos colegas durante testagem dos robôs, às suas dúvidas e dificuldades e também às aprendizagens e às dificuldades dos alunos nas aulas de investigação anteriores às suas, para perceber seus interesses, motivação, aprendizagens, dificuldades, etc. Assim, os estagiários assumiram a posição de protagonistas do projeto ROBOMAT, como nos lembra Ponte[47] (2002),

> a investigação não é algo que se possa realizar de forma rotineira, sem paixão, sem um verdadeiro investimento intelectual e afectivo. Ou seja, a investigação não se realiza com espírito de funcionário – requer o espírito de protagonista social. Fazer parte de um projecto sem assumir, desde o início, uma posição de compromisso e empenhamento significa representar nesse projecto um papel secundário, não chegando a viver uma verdadeira experiência de investigação. (p. 11)

[47] Página na versão consultada.

Após a escolha dos robôs que seriam utilizados nas aulas de investigação, o grupo decidiu uma sequência lógica para a condução das aulas, estabelecendo os robôs e os subgrupos responsáveis por cada aula (Quadro 8). Um critério utilizado para estabelecer essa sequência foi o nível de conhecimento sobre programação exigido no robô e os conteúdos matemáticos que seriam explorados.

Quadro 8 – Identificando as aulas de investigação e os estagiários responsáveis

Aulas	Dia	Subgrupo	Robô	Carga horária (44 h/aula)
1ª	10/08/18	Luana Júlia, Neném e Thiago	*Castor Bot*	4 h/aula
2ª e 3ª	17/08/18 e 24/08/18	Larissa, Salazar e Stephen Hawking	*Castor Bot*	8 h/aula
4ª e 5ª	31/08/18 14/09/18[48]	JPC e José	*Castor Bot* com sensor ultrassônico	6 h/aula
6ª, 7ª e 8ª	14/09/18[4], 21/09/18 e 28/09/18	Anninha, Bru e Noemi	*Plotter*	10 h/aula
9ª e 10ª	05/10/18 e 26/10/18	Linda e Rogério	*Carro* com sensor ultrassônico e sensor de luz	8 h/aula
11ª e 12ª	09/11/18 e 23/11/18	Leka, Kitty e Yoda	Catapulta com sensor de toque e sensor de som	8 h/aula

Fonte: Elaborado pela Pesquisadora.

As cinco primeiras aulas de investigação foram planejadas com o robô utilizado anteriormente, o *Castor Bot*, tendo como ponto de partida as experiências e os conhecimentos adquiridos nas aulas, durante a Experimentação. Mesmo utilizando um robô já conhecido, os estagiários foram capazes de aprimorar as ideias das tarefas trabalhadas, elaborando novas tarefas e desafios. A partir da sexta aula de investigação, a *inovação*, a produção e a criação tomaram conta das propostas de aulas, apesar de usar todos os conceitos de robótica ensinados anteriormente, principalmente no que diz respeito à programação. Os estagiários tiveram que *inovar*, criar novas propostas de aulas, de tarefas, sem auxílio de livro didático ou revista, como comumente ocorre nas aulas tradicionais de Matemática. O fato de não haver planos de aulas prontos, um livro didático a ser seguido, tarefas previamente elaboradas, possibilitou a criação de um espaço para se explorar o novo: novas tarefas, desafios e novas atividades a partir de um processo reflexivo e colaborativo.

[48] Excepcionalmente, a quinta aula de investigação aconteceu das 13:15 às 15:00 e a sexta aula de investigação aconteceu das 15:30 às 17:00

Durante a fase de desenvolvimento, os doze alunos do Ensino Médio foram divididos em pequenas equipes, em que cada uma tinha seu próprio material para construir o robô. As aulas foram conduzidas pelo subgrupo de estagiários responsável por aquele dia (dois ou três) e observadas por um outro grupo de estagiários, que fazia os registros dos pontos principais da aula para posterior reflexão e também auxiliava os alunos nas dúvidas que apareciam[49].

Cada aula de investigação era de responsabilidade de todos estagiários presentes, que dividiam os elogios e também as críticas, assumiam as sugestões dos colegas e modificavam suas ideias para atender ao propósito do grupo e não ao propósito individual. A dimensão colaborativa foi uma característica construída ao longo das aulas e pôde ser observada nas atitudes dos participantes do grupo, em busca da realização dos objetivos do projeto ROBOMAT.

Posterior à cada aula de investigação, ocorreram as sessões de reflexão. Estas seguiram uma sistemática: iniciava-se com a reflexão sobre a aula anterior, apontando pontos positivos e negativos, o pensamento matemático dos alunos, as dificuldades e aprendizagens das equipes de alunos, as mudanças necessárias para aprimorar a aula dada, para o caso da sua hipotética recondução. E, por fim, era o momento de discutir as estratégias e as tarefas para a aula seguinte. As sessões de reflexão foram momentos importantes para refinar o planejamento da aula seguinte, amparado pelas observações das aulas anteriores e pela recepção dos alunos ao que era proposto. No encerramento de cada sessão de reflexão era feita uma síntese e apresentação das tarefas e a metodologia para a aula seguinte.

Nas sessões de reflexão, os estagiários puderam significar as aprendizagens ocorridas em cada aula, como nos dizeres de Ghedin (2004, p. 60): “sabemos que o conhecimento não consiste num conjunto de informações que vamos acumulando, mas num processo de significação e de sentido que vamos construindo coletivamente”. Assim, nas necessidades encontradas em cada aula, nas dificuldades de cada aluno, fomos refinando, reordenando, (re)planejando cada aula seguinte e suas respectivas tarefas.

Mediante nossa compreensão a respeito do trabalho colaborativo, a partir da observação participante e da análise dos documentos produzidos pelos estagiários, identificamos indícios sobre o processo dialético de negociação ocorrido no grupo. Percebemos que essa negociação ocorreu em diferentes momentos, tanto no interior do grupo quanto no interior dos subgrupos

[49] A partir da segunda aula de investigação, o grupo de estagiários foi dividido em dois, de modo que metade ficava em sala, auxiliando os alunos e observando a aula em andamento, e a outra metade ficava no laboratório em frente, planejando a próxima aula: construindo e aprendendo a programação do robô e testando as tarefas matemáticas. A cada mudança de grupo responsável pela aula, mudava também o grupo de observadores.

de estagiários. As decisões do grupo eram tomadas coletivamente, em discussões, buscando respeitar e valorizar a opinião de todos. Nos subgrupos, o processo de negociação envolveu a escolha do protótipo e o tipo de tarefas propostas. Observamos que "na interação as pessoas realmente negociam" (SOUZA JUNIOR, 2000, p. 109), pois haviam momentos de negociação, quando um cedia num momento e mantinha sua opinião em outro. Em vários momentos os estagiários se manifestaram contrários a alguma proposta do grupo. Nessas situações, o estagiário em questão manifestava sua opinião, apresentava seus argumentos e quando eles eram convincentes, a proposta era redimensionada para atender àquela voz ou ao consenso a que se chegava. Boavida e Ponte (2002) afirmam que a negociação é fundamental nos projetos colaborativos.

Durante o planejamento e as sessões de reflexão, os formadores, principalmente o professor da disciplina, foram os responsáveis em promover o diálogo no grupo. Esse espaço foi cotidianamente negociado e conquistado pela pesquisadora que, em diferentes momentos, também conduziu as discussões e ações do grupo. Também houve um processo de negociação no sentido de respeitar a opinião e as diferenças no grupo, na tentativa de gradativamente romper a barreira, inicialmente imposta, de que as ações da pesquisa implicavam mais trabalho ao grupo, principalmente no que diz respeito à produção dos estagiários. Pelo contrário, fomos mostrando ao grupo, ao longo do ano letivo, a importância das atividades propostas para a formação desses futuros professores.

Os relatórios constituíram-se em momentos de exteriorizar os conhecimentos após o polimento das impressões dos pares e das próprias reflexões, algumas vezes não verbalizadas. As sessões de reflexão representaram um espaço de aprendizagem e de troca de conhecimentos sobre robótica, Matemática, conhecimento matemático dos alunos, tarefas, e tantos outros (aprofundaremos a discussão na sessão 7).

Com o exposto até aqui, respondemos à questão: *Como se organiza o Estágio Supervisionado I no contexto da robótica educacional?* Procuramos organizar a disciplina de modo a atender às demandas e especificidades da mesma, bem como às particularidades do grupo e das temáticas envolvidas.

5.3 OS PROCESSOS INTERATIVOS OPORTUNIZADOS COM O ESTÁGIO SUPERVISIONADO I

A utilização de diferentes recursos de multimídia no ensino gera novos desafios para o professor, sendo preciso considerar as formas como os alunos irão usá-los, seja em grupo, seja

de modo individual, em situação presencial ou a distância, não se limitando a tempo e espaço. Muitos fatores devem ser considerados, como o contexto, as especificidades e as necessidades dos alunos (BELLONI, 2002). Assim, é importante compreender como se dá o processo de integração das TDIC nos processos educacionais, isto é, a interação e interatividade entre alunos, professores e tecnologias.

Existem diferentes compreensões acerca dos termos interação e interatividade entre os pesquisadores. Para Belloni (2002, p. 123), "o conceito de interatividade carrega em si grande ambiguidade, oscilando entre um sentido mais preciso de virtualidade técnica e um sentido mais amplo de interação entre sujeitos, mediatizada pelas máquinas". Adotaremos a compreensão discutida tanto por essa autora quanto por Lopes (2019), Pereira (2019) e Tonus (2007), que consideram a interatividade como a relação entre o indivíduo e a máquina, enquanto a interação é a relação entre os indivíduos. Assim, compreendemos que os processos interativos, envolvendo as tecnologias, estão relacionados à interatividade entre as pessoas e as tecnologias e a interação entre as pessoas, mediadas pelas tecnologias digitais.

Como consideramos que o uso de diferentes ferramentas TDIC é importante para a atuação do futuro professor, nesta subseção buscamos compreender os processos interativos viabilizados e oportunizados pelos recursos tecnológicos, utilizados para comunicação e interação na disciplina Estágio Supervisionado I e para a realização do projeto ROBOMAT. Essas TDICs foram integradas para contribuir com as discussões e tomada de decisão, ou para o compartilhamento de informações e materiais. Procuramos compreender a concepção dos estagiários sobre alguns desses aspectos.

5.3.1 Processos interativos com as TDIC

A partir das experiências vividas pelos estagiários, buscamos compreender como a interação entre os participantes e a interatividade com diferentes TDIC, oportunizadas pelo projeto, podem contribuir e potencializar a formação desses futuros professores de Matemática. Buscamos responder à questão: *Como se estabelecem as relações de interação dos participantes da pesquisa com as TDIC utilizadas no Estágio Supervisionado I? Como ocorrem os processos interativos nesse contexto?* Destacamos a utilização da plataforma SIGAA, do aplicativo *WhatsApp*, da rede social *Facebook* e do *e-mail*.

Uma vez que os estagiários já estavam ambientados à plataforma virtual SIGAA, disponibilizada pela universidade, o sistema foi utilizado para ambientação do nosso AVA. O SIGAA é o ambiente implementado pela instituição, em **outubro de 2014,** para atender às

demandas de gestão relativas às questões acadêmicas e administrativas da universidade[50]. Quanto à gestão acadêmica, além do registro de notas e frequências das disciplinas, possui vários recursos didático-pedagógicos disponíveis tanto para o professor quanto para os alunos[51].

Quando o professor acessa o SIGAA, ele pode ingressar no Portal do Docente, no qual estão disponíveis todos os componentes curriculares, inclusive as disciplinas que lhe foram atribuídas naquele semestre ou ano letivo. No nosso caso, a disciplina foi o Estágio Supervisionado I[52], turma 2018, anual e não semestral.

O ambiente da disciplina de Estágio Supervisionado I, chamado *Turma Virtual,* oferece um menu, no lado esquerdo da Figura 45, na área denominada "Menu Turma Virtual", com os seguintes recursos: *Turma*, *Alunos*, *Diário Eletrônico*, *Materiais*, *Atividades*, *Configurações*, *Estatística* e *Ajuda*. Cada uma dessas ferramentas contém outras, com vários outros recursos. Obviamente, o ambiente do professor oferece algumas ferramentas que não estão disponíveis para o aluno, como é o caso do *Diário Eletrônico* e *Configurações*. Vamos apresentar e discutir algumas ferramentas, principalmente as que foram utilizadas em nosso AVA.

No portal da disciplina, também chamado *Turma Virtual*, segundo o Regulamento Geral dos Cursos de Graduação[53] (RGCG) da instituição, algumas ações do professor são obrigatórias[54] para que a disciplina seja consolidada e o aluno não fique retido na componente curricular e possa avançar no curso, enquanto outras ações ficam a critério do docente. A plataforma oferece outros recursos dos quais o professor pode fazer uso para tornar o sistema de fato um ambiente virtual de aprendizagem[55].

---

[50] https://www.ufg.br/n/59609-ufg-recebe-equipe-de-informatica-da-universidade-federal-do-rio-grande-do-norte
https://www.ufg.br/n/76841-sistema-sigaa-e-apresentado-a-comunidade-academica
http://portalsig.ufg.br/n/71428-sigaa-apresentacao-do-plano-de-trabalho-dos-testes-do-sigaa
http://portalsig.ufg.br/p/7104-sigaa

[51] O coordenador e secretário de curso, vice-diretor da unidade ou subchefe da unidade responsável pela disciplina também terão acesso ao sistema acadêmico.

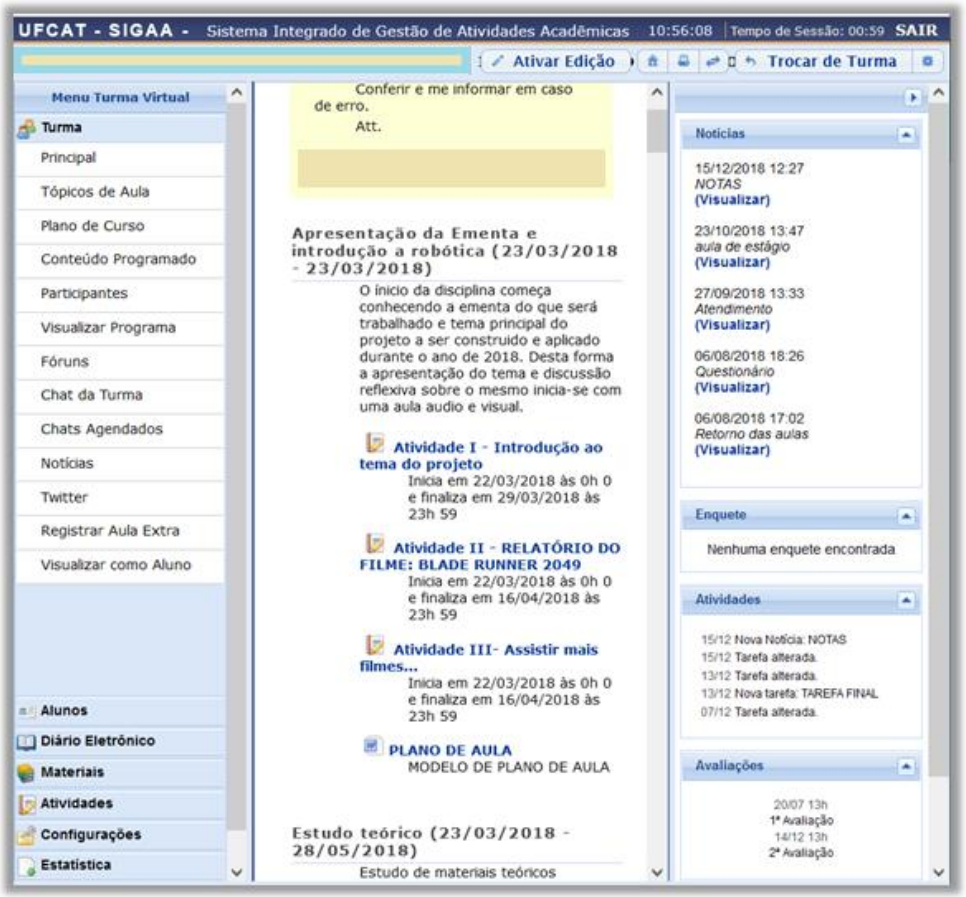
[52] Nosso ingresso ao ambiente se deu a partir do acesso do professor da turma, que prontamente compartilhou conosco todas as imagens e informações necessárias para a pesquisa.

[53] O RGCG está disponível em:
https://sistemas.ufg.br/consultas_publicas/resolucoes/arquivos/Resolucao_CEPEC_2017_1557R.pdf

[54] Com base no RGCG, art. 82, art. 87, art. 88, art. 109 e art. 111, as ações de responsabilidade do docente na turma virtual são: cadastro de pelo menos duas avaliações (que podem ser provas, trabalhos, seminários, relatórios, outras formas), com respectivas datas e horários; cadastro do plano de ensino, diário de turma, registro de frequências e notas das avaliações.

[55] Algumas informações discutidas aqui foram obtidas no Tutorial do docente: http://portalsig.ufg.br/p/7925-tutorial-docente, no RGCG da instituição, enquanto outras foram obtidas de nossa própria experiência de docente, adquirida ao longo dos últimos anos, ao lidar com a plataforma.

Figura 45 – Turma Virtual de Estágio Supervisionado I



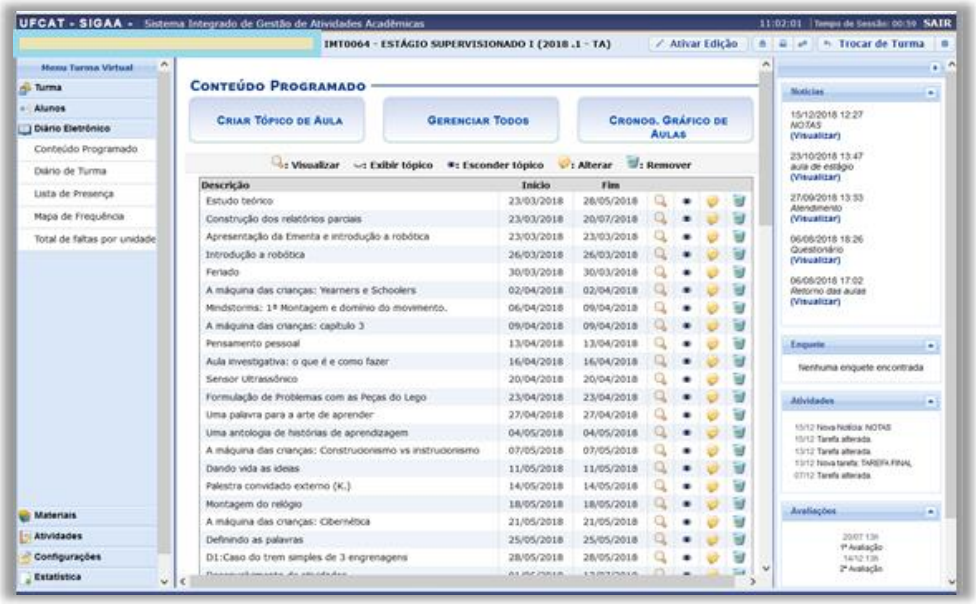
Fonte: Página do SIGAA, disponível para o docente e alunos matriculados na disciplina.

Na ferramenta *Turma*, encontramos o instrumento *Tópicos de Aula*, no qual o professor pode criar e gerenciar todos os tópicos de aula, aula por aula ou por agrupamentos de conteúdos. Além disso, pode visualizar um cronograma gráfico (gerado pela própria plataforma). Na Figura 46 podemos ver o conteúdo da disciplina Estágio Supervisionado I.

Em *Plano de curso*, o professor pode cadastrar o plano da disciplina, em que o aluno consegue acompanhar a metodologia adotada, os procedimentos de avaliação, a descrição das aulas com as respectivas datas e as referências básicas e complementares adotadas.

Além dessas ferramentas, os participantes podem se conhecer e interagir através das ferramentas *Participantes*: com nomes, fotos e endereço de *e-mail* de todos os participantes; *Fórum*; *Chat da turma* e *Chat agendados*. Outra ferramenta disponível é a *Notícias*. O *Fórum* e os *Chats* da *Turma Virtual* não foram utilizados, pois já havíamos adotado o grupo no *WhatsApp* para essas funções.

Figura 46 – Conteúdo Programado da disciplina Estágio Supervisionado I



Fonte: Página do SIGAA, disponível para o docente e alunos matriculados na disciplina.

Agora chegamos em *Materiais*. Ela é muito importante, pois nela o professor pode disponibilizar os conteúdos para a classe. Ele pode inserir arquivos e documentos de vários formatos, como PDF, vídeos e imagens. Os materiais instrucionais disponibilizados no AVA foram artigos, apresentações em *Power Point*, páginas da *web*.

Atividades é outra ferramenta bastante importante para o AVA, pois é onde o docente, dentre outras opções, pode criar atividades/tarefas para os alunos, estabelecer as respectivas datas de entrega e os alunos podem enviar/postar os seus trabalhos e as suas tarefas usando esse recurso. Nessa aba, o professor faz as correções das tarefas dos alunos e posta as tarefas com as respectivas correções e sugestões, fazendo dessa forma uma devolutiva ao aluno através do próprio Sistema. No AVA desse estudo foram propostas em torno de trinta e sete tarefas (relatórios parciais e final, artigos, resenhas de livros, fichas obrigatórias do estágio, planos de aula, etc.). Essas tarefas foram cadastradas paulatinamente no AVA (Figura 47), em sincronia com o desenvolvimento das atividades em sala de aula. As tarefas, com prazos definidos, foram realizadas em pequenos grupos, compostos geralmente por dois ou três estagiários. Isso favoreceu o andamento das atividades em sala, pois as tarefas estavam relacionadas às aulas presenciais, como os relatórios das aulas de Robótica Educacional, no primeiro semestre, ou sobre as aulas de investigação, do estudo de aula, no segundo semestre.

Figura 47 – Tarefas da disciplina Estágio Supervisionado I



Fonte**:** Página do SIGAA, disponível para o docente e alunos matriculados na disciplina.

Apesar das datas serem estipuladas pelo professor, no ambiente de aprendizagem, ele muitas vezes negociou com os estagiários novas datas para atender às necessidades e demandas apresentadas pelos futuros docentes. Para Noemi, esse aspecto foi muito importante para manter a organização do AVA e acompanhar o ritmo de escrita que a disciplina exigiu:

> ***Noemi****: A turma virtual de Estágio Supervisionado I era organizada porque o Professor postava as atividades lá, a gente fazia, enviava, tinha as datas. De vez em quando, a gente não conseguia cumprir as datas porque estava muito puxado e relatório é difícil de fazer, principalmente, para a gente que é da área de Matemática, porque você tem que fazer descrição demais. Aí, como de vez em quando a gente não conseguia cumprir as datas, o Professor dava um jeito. Ele apoiou bastante a gente neste requisito, de aumentar o prazo para a gente enviar.* (Noemi, questionário 6, 2019)

Essas tarefas contribuíram para que as reflexões iniciadas nas aulas continuassem posteriormente, no momento de escrita dos relatórios. Após as aulas da etapa de *Experimentação* e *Estudo de Aula*, os estagiários registravam as aprendizagens ocorridas naquela(s) aula(s), refletiam e analisavam suas principais dificuldades, acrescentavam fotografias das construções e programações dos robôs, colocavam os cálculos realizados em algumas tarefas, etc. Nos relatórios da fase do *Estudo de Aula*, eles acrescentavam suas principais percepções sobre a aula, as dificuldades dos alunos, os pontos positivos e negativos das aulas, bem como as fotos dos alunos realizando as atividades. Esses registros foram fundamentais para compor os dados da pesquisa, pois deram suporte para nossas análises.

Através do questionário 6, respondido via *WhatsApp,* identificamos as experiências anteriores, ou a falta delas, com o SIGAA ou outras plataformas de aprendizagem interativa *on-line*. Levantamos também a concepção dos estagiários a respeito do nosso AVA, ambientado no SIGAA. Dos 2 estagiários que responderam ao questionário, nenhum teve vivências com outras plataformas virtuais de aprendizagem. A experiência com esse tipo de ambiente de aprendizagem se deu a partir do SIGAA. A princípio, Noemi encontrou dificuldades em se ambientar ao SIGAA, mas com o tempo, ela percebeu as vantagens em utilizar o ambiente:

> ***Noemi**: Eu gostei, eu acho que ele funciona bem. Não é muito difícil de mexer nele. Nos primeiros anos a gente fica meio confuso de conseguir lidar com ele. Mas eu acho que é uma plataforma boa, porque, lá, fica guardada todas as nossas informações do curso, desde o começo da faculdade até o último semestre, certo? Aí, a gente consegue consultar as turmas, as atividades, até mesmo ver nossos trabalhos, porque, como a gente envia nossos trabalhos por lá, a gente consegue fazer o download depois, mais tarde, mesmo passado algum tempo, tipo, anos. A gente consegue acessar tudo, as matérias que a gente teve, o que a gente fez, olhar os cursos, o PPC* [do curso]. *Todas essas informações ficam gravadas no SIGAA. Eu gosto, eu acho que ele é bastante funcional.* (Noemi, questionário 6, 2019)

Os comentários mostram que os estagiários tiveram uma boa interatividade com o AVA da turma e que esse ambiente facilitou o trabalho da disciplina de Estágio Supervisionado I.

Um outro recurso tecnológico bastante importante para o andamento das atividades da disciplina foi o grupo criado no *WhatsApp Messenger*. O *App* permite que pessoas geograficamente dispersas se comuniquem instantaneamente. Pela primeira vez na história da humanidade tem-se a possibilidade de comunicação e compartilhamento de mensagens em tempo real. Num mundo em que as pessoas estão cada vez mais ocupadas, o aplicativo se adequou muito bem às necessidades do grupo, permitindo compartilhar mensagens, áudio, imagens, vídeo e documentos instantaneamente. O ambiente nesse *App*[56] foi criado pelos próprios estagiários para facilitar a comunicação e a interação entre eles, como afirma Noemi:

> ***Noemi**: Esse grupo de WhatsApp ajudou a nossa comunicação e interação para saber tudo que estava acontecendo e também para compartilhar materiais de apoio, como livros, artigos e entrevistas, que enriqueceram a nossa base teórica sobre o assunto. Ficava mais fácil dar a aula, escrever o relatório, os artigos que tínhamos intenção de publicar, certo?* (Noemi, questionário 5, 2019).

Segundo Bottentuit Junior, Albuquerque e Coutinho (2016), em revisão sistemática de literatura sobre a utilização do *WhatsApp* em contexto educativo, apenas em 2014 começaram

[56] *App* abreviatura do termo *apllication* em inglês.

a ser divulgadas pesquisas sobre a temática, apesar do aplicativo existir desde 2009. Foram investigados 22 estudos em língua portuguesa, publicados em atas de congresso, revistas e um trabalho de final de curso. Os autores categorizaram cinco finalidades distintas desses estudos, sendo que as mais utilizadas pelos pesquisadores foram: chamar a atenção dos alunos, incentivar a discussão e a utilização do aplicativo para discussão de temas relacionados à disciplina. No Estágio Supervisionado I, com o grupo no *WhatsApp* também tivemos as seguintes finalidades: discutir assuntos teóricos relacionados à Robótica Educacional e incentivar a discussão de temas relacionados ao Estudo de Aula. A fala de Noemi evidencia o uso para assuntos teóricos.

> ***Noemi****: De vez em quando a gente também mandava, como estávamos todos escrevendo relatórios e artigos, algumas entrevistas, artigos referentes ao tema. Coisas sobre robótica e também compartilhava material dos livros que a gente tinha que ler, que eram atividades do estágio, sem ser as aulas que a gente ministrava. A gente enviava esses artigos para aumentar nossa base teórica sobre o assunto de robótica educacional.* (Noemi, questionário 5, 2019)

Ocorreu uma comunicação muito intensa nesse grupo, também para decidir questões importantes sobre o planejamento para o estudo de aula, alguma tarefa em andamento, aviso de que os materiais das aulas foram enviados por *e-mail* ou o envio pelo próprio aplicativo. Com relação aos planos de aula e os materiais utilizados, o grupo no aplicativo serviu para enviar as sugestões e ajustes finais. Questões relacionadas ao cronograma de atividades, datas importantes, distribuição de tarefas entre os participantes para uma determinada atividade foram outras funções do grupo geridas através do aplicativo, como percebemos nos excertos de Anninha e JPC.

> ***Anninha****: Como na sexta sempre era aula de algum subgrupo, a gente já enviava pelo grupo o plano de aula, os slides que seriam apresentados. A gente pediu auxílio para os colegas para ver o que ficou bom no plano de aula, o que não ficou bom.* (Anninha, questionário 5, 2019)
> ***JPC****: A gente usava esse grupo para repassar o calendário, as atividades, o cronograma das atividades. Falava sobre a semana, o que a gente ia fazer, quem ia fazer e o quê. Eu lembro que se essa era a minha semana de trabalhar com os alunos, a gente enviava no grupo as atividades para os colegas ficarem sabendo, as atividades e se prepararem.* (JPC, questionário 5, 2019)

Além disso, questões corriqueiras como as datas de entregas dos relatórios ou o tipo de lanche que gostariam para o momento de confraternização da semana também foram tratadas no grupo. Na fala de Anninha, abaixo, podemos perceber que em duas ocasiões o *WhatsApp* foi importante para substituir, a seu modo, momentos de sala de aula presencial. As sessões de

reflexão sempre ocorriam após a aula de investigação mas, por duas vezes, essas sessões não ocorreram nesses dias devido aos feriados e o grupo foi utilizado para não atrasar o cronograma das aulas.

> ***Anninha**: Eu lembro que a gente usava para definir os lanches e para ficar mais fácil a comunicação entre a semana. Por duas vezes a gente discutiu coisas muito importantes no grupo, quando a gente não teve aula na segunda, a gente precisava de um feedback. A gente fez o feedback pelo grupo. Eu achei bom o uso do WhatsApp para a gente se comunicar.* (Anninha, questionário 5, 2019)

O uso do *WhatsApp* foi eficaz, pois as respostas dos estagiários às questões levantadas no grupo foram dadas com mais agilidade do que por *e-mail*, por exemplo. Quase que instantaneamente, havia alguém no grupo dando um *feedback* à mensagem enviada, como podemos perceber nos excertos dos questionários. As manifestações dos estagiários contemplam o que Bottentuit Junior, Albuquerque e Coutinho (2016) perceberam como vantagens no uso desse aplicativo em contexto educativo, como: "maior interatividade, aumento da motivação, e, principalmente, a possibilidade do contato aluno-aluno e aluno-professor para além dos muros da instituição de ensino, facilitando o intercâmbio de saberes" (p. 81). Esses aspectos sobre o uso do *WhatsApp* no ambiente da disciplina, abordados até aqui, reforçam o ambiente de colaboração professor-estagiário e estagiário-estagiário, que ultrapassou as fronteiras da sala de aula.

Com o avanço das tecnologias e, principalmente, a sua convergência, "passamos a ter uma relação mais pessoal e dinâmica com a informação e interação mais frequente com as fontes, sejam elas pessoais ou banco de dados localizados em qualquer lugar do mundo" (KENSKI, 2013, p. 34). Estamos cada dia mais imersos e conectados às tecnologias, principalmente, a tecnologia móvel, como podemos ver na afirmação de Anninha:

> ***Anninha**: Eu achei bom o uso do WhatsApp, porque como a gente tem a possibilidade de estar com o celular toda hora na mão, a gente sempre ficava por dentro do que estava rolando na disciplina.* (Anninha, questionário 5, 2019)

Anninha evidencia o que Jenkins (2008) chamou de cultura participativa e a inteligência coletiva de Lévy (2015), como vimos antes. Os estagiários estavam sempre prontos e dispostos a ajudar o outro, mesmo a distância, através do aplicativo. Não era necessário aguardar o próximo encontro para resolver uma dada situação ou problema, ali mesmo, pelo aplicativo, era possível apresentar as várias sugestões ou informações a respeito do que estava sendo discutido.

Um outro aspecto bastante importante quanto à utilização do *WhatsApp* que foi apontado por Salazar, reforça a explicação anterior dada por Anninha. Primeiramente, ele considerou que tivemos dois momentos distintos quanto ao uso do aplicativo: o primeiro, relativo ao primeiro semestre e o segundo, relativo ao segundo semestre. No primeiro semestre, os estagiários vivenciaram a experiência de aprendizes de Robótica. Nesse contexto, eles se viam na posição de alunos e o aplicativo serviu para compartilhar informações para a aprendizagem dessa ferramenta. Assim, o *WhatsApp* serviu como uma extensão da sala de aula, onde dúvidas podiam ser esclarecidas e informações, sugestões e indicações foram dadas para a aprendizagem, a partir da interação dos membros do grupo.

No segundo semestre, os estagiários vivenciaram a experiência da docência. Nesse momento, eles se viam na condição de professores estagiários e as discussões e trocas ocorridas pelo aplicativo rodearam essa temática: compartilhamento de material para as aulas, sugestões para o planejamento das aulas, *feedback* com relação a essas aulas, dificuldades e percepções sobre os alunos, etc. Nesse contexto, o aplicativo serviu como uma extensão mais parecida com o ambiente da sala de professores:

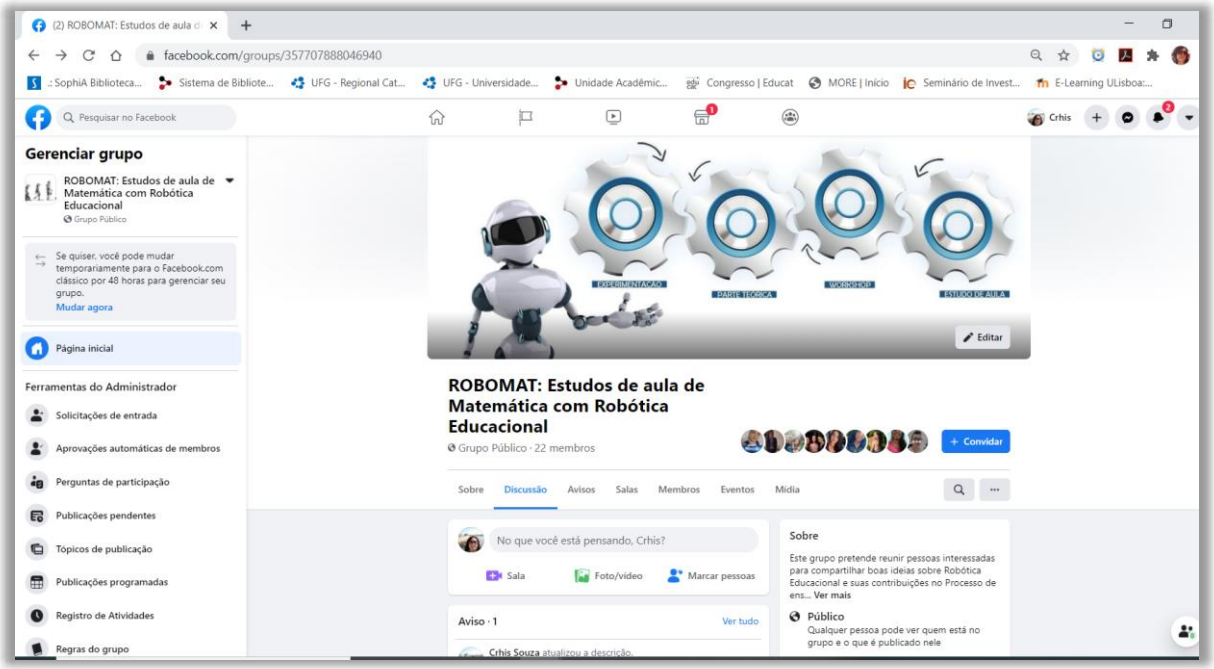
> ***Salazar**: Eu penso assim, no segundo semestre, o WhatsApp foi uma extensão de uma sala de professores e, no primeiro semestre, foi uma extensão da sala de aula. Porque a gente ainda não discutia coisas relacionadas à aplicação das aulas e sim, a parte teórica. Então, no primeiro, uma extensão da sala de aula do estágio e no segundo, uma extensão de uma sala de professores.* (Salazar, questionário 5, 2019)

Dessa forma, Salazar nos mostra que de todo modo, o ambiente no *WhatsApp* foi uma extensão da sala de aula de estágio, nos dois sentidos que aponta, com a finalidade de interação, comunicação, compartilhamento de informações relevantes à disciplina, e, principalmente, troca colaborativa de conhecimentos, orientada pelas discussões iniciadas presencialmente em sala de aula e que se estenderam para o ambiente virtual. Outras vezes, a discussão iniciava-se após uma postagem no grupo virtual e se estendia para a sala de aula presencial. Destarte, compreendemos esses espaços como ambientes de aprendizagem, que podem ser aproveitados de diferentes formas, mesmo no ensino presencial:

> Assim, no caso de um ensino presencial suportado por TDIC, entendemos que é possível planejar a organização do tempo, e mesmo do espaço, para além dos momentos da sala de aula. O professor pode, ao aproveitar a facilidade de comunicação proporcionada pelos diversos recursos digitais, prever horários extra-aula para atendimentos – individuais ou em grupo, virtuais ou presenciais – e pode sistematizar os momentos de atividades e avaliações, de forma a ajudar os estudantes a se organizarem nos estudos. (LOPES, 2019, p. 81)

Um outro recurso tecnológico complementar, utilizado na disciplina Estágio Supervisionado I, foi o grupo ROBOMAT: Estudos de aula de Matemática com Robótica Educacional. Essa comunidade foi criada no *Facebook* para compartilhamento de notícias, novidades, ideias interessantes, sugestões de leitura e vídeos sobre os temas discutidos na disciplina (Figura 48). Contou com a participação dos integrantes do grupo que tinham uma conta ativa nessa rede social, além de convidados como ex-alunos da universidade e/ou pesquisadores da temática robótica na educação.

Figura 48 – Comunidade ROBOMAT: Estudos de aula de Matemática com Robótica Educacional



Fonte**:** Página do *Facebook*, disponível para os componentes do grupo e alguns convidados.

O objetivo da comunidade foi ampliar a interação entre os envolvidos e fomentar o interesse pela temática. A ideia do grupo não era apresentar algo isolado, mas que complementasse as discussões realizadas em sala de aula. Segundo Bru,

> *O grupo ROBOMAT foi um grupo interessante, compartilhávamos várias ideias de robôs, do que eles faziam, de como podíamos trabalhar e até mesmo para motivar nosso trabalho com a robótica, pois nada nasce do dia para noite, é uma construção, visando sempre evoluir. Compartilhar ideias é isso, crescer juntos. Além de compartilhar coisas que nós não sabíamos.* (Bru, questionário 5, 2019)

Fica evidente que para Bru essa comunidade serviu como ambiente de aprendizagem, para compartilhar o conhecimento coletivo disponível na rede, que não foi produzido no e pelo grupo, mas está acessível por meio da *internet*: novas metodologias para o ensino, novidades e

inovações sobre a temática da robótica. A partir dessas ideias e novas informações é possível produzir conhecimento, pois ela compreende bem a questão da inteligência coletiva, do aprender junto, da importância de cada um compartilhar com o outro suas descobertas e aprendizagens, para que juntos consigam evoluir.

No entanto, a maioria das postagens nesse grupo foi promovida pela pesquisadora. Os estagiários, membros desse grupo, olhavam e curtiam a postagem, algumas vezes faziam um comentário. Houve uma baixa participação, o que nos causou estranhamento pois esperávamos uma maior interação entre os participantes, uma vez que o grupo agregava não apenas os estagiários, os formadores, o professor da turma, mas também, outros profissionais que trabalham e pesquisam sobre Robótica Educacional. No entanto, é compreensível quando pelo menos duas estagiárias afirmaram não ter uma conta no *Facebook* e outros referiram que não a utilizam com frequência. Assim, descartamos uma hipótese que poderia ser levantada, de que todos os estagiários utilizavam essa rede social e que participariam ativamente nessa comunidade.

Anninha mencionou um contraponto às nossas percepções, cuja afirmação abaixo nos leva a conjecturar que faltou motivação para apresentação e condução desse grupo, talvez na forma de apresentarmos os temas, as reportagens e afins, e até mesmo, na forma de buscar a participação dos membros da comunidade:

> ***Anninha**: Eu não tive muita participação neste grupo, mas eu sempre olhava o que era postado. Para quem realmente gosta de robótica* [...]*, ele é muito útil, apesar que teve algumas outras discussões no ramo da Matemática. Mas sinceramente, eu achei que faltou um "tchan" nesse grupo.* (Anninha, questionário 5, 2019)

Todavia, nossa proposta foi para integrar esses diferentes espaços: AVA no SIGAA, o grupo do *WhatsApp* e a comunidade do *Facebook*, pensando esses ambientes como complementares e não como espaços isolados de interação. Embora a disciplina seja presencial, a integração dessas tecnologias mediou, de forma mista, as relações e interações entre os participantes do grupo. Esses recursos favoreceram uma flexibilidade de tempo e espaço, pois permitiram maior interação entre os participantes, favorecendo o desenvolvimento das atividades previstas.

A flexibilidade de tempo e espaço, oportunizada pelos recursos AVA, o grupo no *WhatsApp* e a comunidade do *Facebook*, foi fundamental para o acompanhamento e desenvolvimento das ações deste projeto. Isso também ocorreu devido aos estagiários terem acesso ao laboratório, aos respectivos materiais disponíveis e ao apoio do professor em horário

extra, aproveitado para estudar os robôs: construir, programar e planejar as tarefas a serem propostas nas aulas de investigação. Isso favoreceu a aprendizagem dos estagiários e o desenvolvimento de habilidades que apenas o espaço e tempo da sala de aula não permitiram.

5.3.2 Processos interativos com a robótica educacional

Os processos interativos com a robótica educacional ocorreram durante todo o ano letivo, em um primeiro momento, durante a *Experimentação* e, por fim, durante o *Estudo de aula.* Nos excertos abaixo é possível perceber o conhecimento que os estagiários foram desenvolvendo sobre o *hardware* e o *software* do *kit* de robótica ao longo das aulas:

> ***Linda****: O kit utilizado na construção deste robô é composto por diversas peças como, engrenagem, correias, conectores, eixo e pneus. Além das peças estruturais o kit possui um bloco programável (Brick), que funciona como o cérebro do robô, cabos e sensores.* [...] *Durante a montagem discutimos que a construção de um robô é um processo demorado, pois para tal processo é necessário ter atenção durante a montagem, pois caso esqueça alguma peça ou não as encaixe corretamente, pode atrapalhar mais adiante, tanto na estrutura como na movimentação, além de que as peças são bastantes pequenas. Os robôs LEGO são movimentados por motores que recebem energia de uma bateria que está acoplada ao Brick. Já a velocidade é controlada através da programação dos motores, podendo assim controlar a força.* (Linda, relatório 1)
> *A estrutura do robô tem uma inclinação angular em relação ao plano e foi construída pelas seguintes peças: motores, rodas, vigas, eixos, pinos, Brick, conectores, bateria e sensores.* (Kitty, Yoda, relatório 1)
> ***José****: A força e a velocidade do robô são fornecidas através dos motores, podendo ser controlados através da programação no computador, e a variação de rodas também influencia nesses fatores. Também podem ser construídas estruturas que dão movimentos diferentes para o robô, utilizando eixo, engrenagens, colunas e outras peças do kit.* (José, JPC, relatório 1)

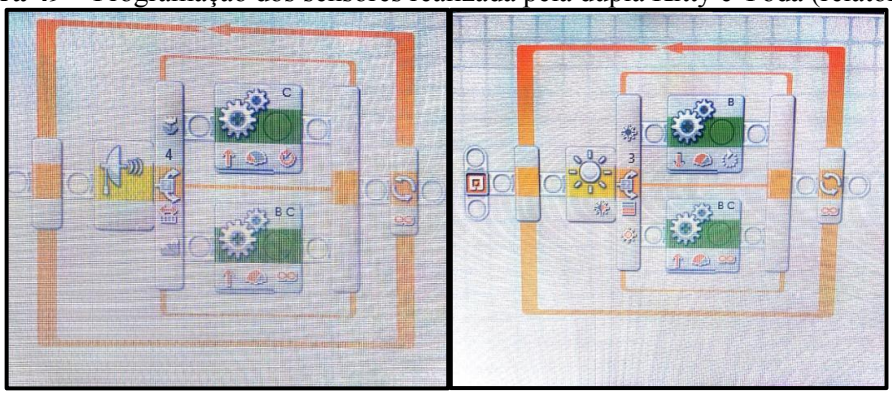
Com relação aos conhecimentos científico-tecnológicos, os estagiários afirmaram que, a cada aula, eles construíam novos conhecimentos, a programação ficava mais complexa, pois envolvia sensores diferentes, que exigem diferentes estratégias de programação:

> *Dado o objetivo de conseguir fazer com o robô uma curva de 45°, vimos várias possibilidades de chegar no resultado esperado. A primeira maneira foi girando apenas uma roda enquanto a outra ficaria parada, também poderia ser girando as rodas em sentidos opostos, ou ainda, com as duas rodas girando para a frente, mas com forças diferentes nos motores. E ainda com dois comandos diferentes para cada uma das maneiras, primeiro trabalhando com a rotação dos motores, e depois trabalhando com segundos, ou seja, com o tempo que os motores iriam girar.* (José, JPC, relatório 2)
> *A proposta* [da aula] *foi a programação livre, onde os integrantes do grupo, que não tinham conhecimento do uso do sensor, aprenderam a utilizá-lo.*

> *Durante a aula o professor foi aplicando alguns desafios e o grupo foi tentando fazer a programação para realizar o desafio, alguns tiveram mais dificuldades com a programação, mas pouco a pouco, foram compreendendo e conseguindo executar o desafio.* (Leka, Rogério, relatório 2)
> *Tivemos o desafio de fazer o robô realizar um giro de 45° e fazer a programação dos sensores, primeiramente fizemos as programações dos sensores (luz e ultrassônico), para em seguida realizar a outra parte do desafio.* (Kitty, Yoda, relatório 2)
> *Aprendemos também a mexer com essa parte dos sensores, programá-los para que façam exatamente o que queremos, saber programar um sensor e prestar atenção nas falas dos professores para que isso possa vir a nos ajudar mais na frente na programação.* (Bru, Noemi, relatório 3)

Na Figura 49 é possível ver uma estratégia de programação realizada por Kitty e Yoda durante uso dos sensores de luz e ultrassônico.

Figura 49 – Programação dos sensores realizada pela dupla Kitty e Yoda (relatório 2)



Fonte: Dados da Pesquisa.

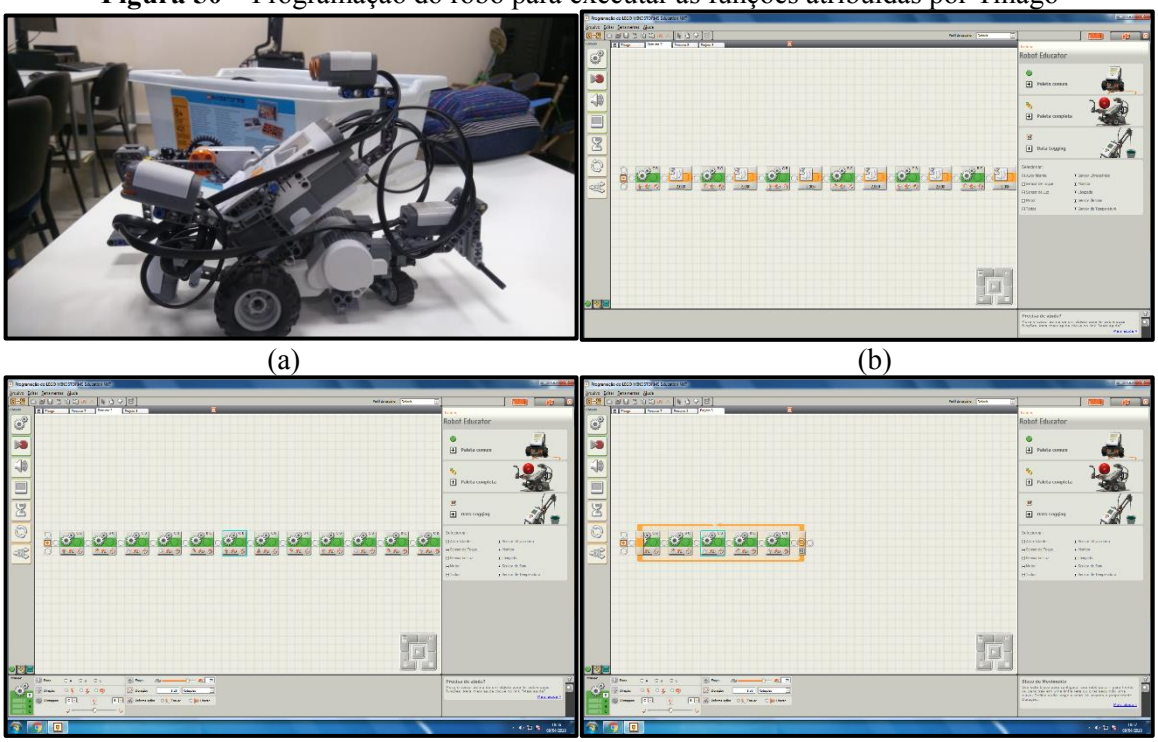
A programação dos sensores trouxe um pouco de dificuldade para os estagiários devido às características específicas desse tipo de programação, além das estratégias utilizadas pelos estagiários. Thiago descreve suas experiências com a programação para situações-problema que ele mesmo foi criou:

> ***Thiago**: Na aula foi proposto que programássemos o robô (Figura 50-a) para percorrer um trajeto descrito por um dos "quadrados" no piso da sala de aula. O método utilizado para movimentar o robô foi por rotações que a roda realiza, dessa forma era necessário saber a distância percorrida, assim como o comprimento da roda do robô (18 cm), e dessa forma, bastava dividir a distância pela dimensão da roda do robô, obtendo assim, 6,28 rotações para a largura e 6,33 para comprimento. A curva que o robô faria foi determinada por tentativa e erro, e foi feito por rotações, assim como anteriormente, obtendo, assim, que para as curvas que seriam de 90º as duas rodas deveriam realizar 0,5 rotações. Assim, para realizar a tarefa, a programação foi como a descrita na Figura 50-b, após isso, por conta própria, resolvi fazer a programação para que o robô percorresse a cruz formada por quatro "quadrados", e o resultado foi a programação demonstrada na Figura 50-c, e por fim resolvi realizar a programação para que o robô percorresse quatro*

> *dos "quadrados" de maneira sequencial, no qual fiz uma programação muito longa, que fez o que eu queria. Porém, depois de ouvir que poderia fazer utilizando loop, tentei refazê-la utilizando loop, que também deu certo, porém o robô percorria os "quadrados" de maneira a formar uma "linha de quadrados" e não um "quadrado de quadrados", como a programação longa anterior me permitia e essa programação (loop) é retratada na Figura 50-d.* (Thiago, relatório 2)

Em seu relatório, Thiago descreveu o processo de elaboração e resolução dos desafios para o robô (Figura 50-a) e a programação realizada para cada um deles (Figuras 50-b e 50-c). Durante esse processo, ele ouviu de um colega que era possível realizar a programação de forma simplificada, utilizando a função *loop*. Imediatamente, ele começou a testar essa nova ferramenta de programação, assim, ele obteve uma programação mais simplificada e organizada (Figura 50-d).

Figura 50 – Programação do robô para executar as funções atribuídas por Thiago



(a) (b)

(c) (d)

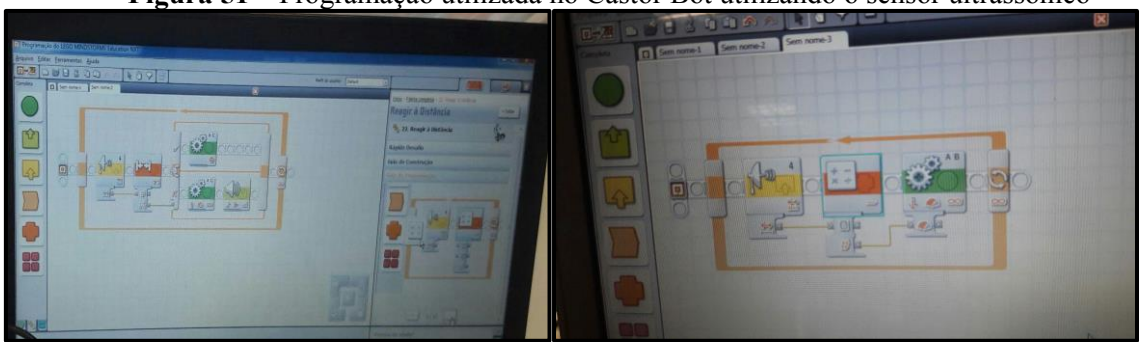
Fonte: Dados da Pesquisa.

As aprendizagens construídas pelos estagiários foram compartilhadas uns com os outros. Um estagiário descobria/aprendia uma forma de resolver uma tarefa e compartilhava com os colegas, assim, a colaboração prevaleceu entre os estagiários, com o objetivo de realizarem os desafios propostos. Os estagiários experimentaram, testaram diferentes formas de programar os robôs. Bru e Noemi, descreveram suas estratégias durante a aprendizagem da programação com sensores em seu relatório:

> *A atividade em questão nesta aula era que o robô parasse ao ver algum objeto. Para isso, tivemos que utilizar e programar o sensor de ultrassom presente no Tadeu* [robô]. *O método usado foi seguir o passo a passo de programação presente como guia no software NXT 2.0 Programming. Nós testamos algumas medidas de distância diferentes para detectar objetos: < 20, <25 e <30. Com a distância <20, o Tadeu detectava objetos e parava, mas ele não conseguia detectar a parede e por isso batia. Com a distância <25 ocorreu a mesma coisa e na distância <30 o Tadeu já detectava a parede e parava. Como conseguimos realizar a tarefa, nós fomos aprimorando a programação. Colocamos o Tadeu para detectar objetos e parar, virar 90° e continuar andando até encontrar um outro objeto e realizar o mesmo procedimento mencionado antes, ou seja, num loop infinito. Ao longo do restante da aula o professor foi pedindo para nós testarmos algumas outras programações presentes do guia de programação do software. Estas programações foram feitas e acrescentaram mais conhecimento, pois pudemos usar uma nova paleta de programação e também colocar o nosso robô para "cantar" enquanto andava e, quando ele detectasse um objeto, parava de andar e cantar.* ***Aprendemos que, se trabalharmos em equipe, conseguimos mais conhecimentos, pois um sempre ajuda o outro***. (Bru, Noemi, relatório 3, grifo meu)

Diante da dificuldade que as estagiárias apresentaram na programação do sensor ultrassônico, o professor sugeriu que elas estudassem o guia disponível no próprio *software*. Essa estratégia foi exitosa uma vez que as estagiárias realizaram diferentes experimentos e descobriram novas funções, como o *cantar*. Miranda (2006) argumentou que a aprendizagem com robótica vai muito além de simplesmente montar peças, pois possibilita uma nova relação professor-aluno, em que prevalecem o diálogo, o questionamento no decorrer do processo de construção e proposição de soluções para as situações-problema. Motivadas pelo professor, elas experimentaram diferentes programações, testaram outras possibilidades e, assim, registraram em seu relatório o processo de criação da programação para o robô reconhecer objetos a distância (Figuras 51-a e 51-b):

Figura 51 – Programação utilizada no Castor Bot utilizando o sensor ultrassônico



(a) (b)

Fonte: Dados da Pesquisa.

Esses experimentos permitiram novas aprendizagens e nos mostram que o processo utilizado durante a programação para chegar ao resultado final, ou seja, resolver a tarefa, é tão importante quanto o próprio produto, ou o resultado da tarefa. Pinto (2011), inspirado em Castilho (2002), argumenta que a "robótica educacional visa o processo de construção e elaboração do pensamento do aluno, não interessando muito o produto final e sim o caminho que é feito até que se chegue a um determinado fim" (p. 43). Nesse caso, a robótica educacional foi pensada como uma ferramenta mediadora da aprendizagem (ALIMISIS; KYNIGOS, 2009), diferente do caso em que a abordagem tem como objetivo a aprendizagem da programação em si, e não dos conceitos que estão envolvidos nesse processo. Com relação às aprendizagens construídas nessa etapa, selecionamos alguns excertos em que os estagiários apresentam suas perspectivas:

> ***Neném****: Aprendi a utilizar o software de programação para auxiliar na aprendizagem, além de usar o que aprendi no decorrer deste ano de estudo, como as fórmulas do movimento e ainda o que aprendi na aula passada de programação no LEGO.* (Neném, relatório 2)
> *De modo geral aprendemos como programar o robô juntamente com o sensor ultrassônico para movimentos variados. Usando a todo momento na programação, conhecimentos adquiridos anteriormente.* [...] *agora o grupo já sabe programar o robô paralelamente ao sensor ultrassônico.* (Larissa, Salazar, Stephen Hawking, relatório 3)
> ***Salazar:*** *Eu aprendi com a robótica novas maneiras de organização de pensamento, de métodos, da utilização da lógica, que também é presente nas tarefas.* (Salazar, questionário 3)
> ***Thiago****: Aprendi principalmente sobre como programar, e das capacidades do robô. O mais importante foi conseguir realizar o que foi pedido, através da própria programação, de início mais por tentativa e erro, mas por fim com mais agilidade e acerto. Sobre conhecimentos próprios utilizados, foram principalmente conhecimentos matemáticos para definir as equações de tempo gasto e rotações necessárias, a principal novidade foi a própria programação, que pensei ser feita em linguagem C++, mas é bem mais simples e interativa.* (Thiago, relatório 2)

Em sua fala, Salazar resgata que as atividades com os robôs permitiram sua *organização de pensamento* e *organização de métodos*. Essas habilidades são necessárias para a resolução de situações-problema, assim como para a aprendizagem de conteúdos da Matemática. *Experiências* que promovem tais características, indicam que ocorreu uma situação de aprendizagem. Para Moraes (2010),

> Uma situação de aprendizagem é percebida quando permite desenvolver habilidades, raciocínio lógico, organização de pensamento sem que os alunos percebam tomada de consciência da própria aprendizagem. Se o sujeito está intrinsecamente motivado, ele se envolve com as atividades de forma prazerosa, a qual se torna significativa. (p. 18)

Na fala do estagiário, é possível perceber as características de aprendizagem apontadas por Moraes (2010) à medida que os mesmos se concentravam nas aprendizagens, estabeleciam relações com a Matemática, a atividade se tornava significativa e prazerosa para os futuros professores. Os professores em formação precisam desenvolver o conhecimento matemático para saber ensinar Matemática, assim

> não é simplesmente fornecer aos futuros professores mais matemática, mas, mais importante, permitir que compreendam e reconstruam o que sabem com mais profundidade e significado. Em particular, eles devem se envolver na aprendizagem ou reaprendizagem da matemática que irão ensinar, de acordo com as recomendações atuais do currículo para a educação matemática. (PONTE; CHAPMAN, 2016, p. 275-276, tradução nossa)

As tarefas investigativas e exploratórias permitiram esse aprofundamento matemático, à medida que eles iam construindo novos conhecimentos sobre o recurso tecnológico, os experimentos eram realizados com maior precisão, com maior aprofundamento dos conteúdos, utilizando-se da Matemática para alcançar o objetivo da tarefa. A robótica educacional, como já afirmado por vários pesquisadores (MORAES, 2010; STROEYMEYTE, 2015), tem grande potencial como ferramenta mediadora da aprendizagem por meio da investigação e na promoção do desenvolvimento de pensamentos científicos e tecnológicos, pois com o "uso de sensores, atuadores e dispositivos é possível o desenvolvimento de um ensino por investigação em que o aluno tem a possibilidade de realizar observações, levantar hipóteses, elaborar experimentos, analisar dados e relacioná-los a teorias" (STROEYMEYTE, 2015, p. 110).

Um indivíduo com conhecimentos científicos-tecnológicos tem mais condições para "ler o mundo, compreendê-lo, identificar as questões da ciência no seu cotidiano, avaliar os temas da Ciência que estão envolvidos no cotidiano da sociedade, tomar decisões e resolver problemas" (STROEYMEYTE, 2015, p. 110).

A partir das narrativas dos estagiários e da realização das tarefas propostas, foi possível perceber que eles desenvolveram uma fluência tecnológica com a robótica educacional. Vale ressaltar que em algumas ferramentas mais complexas, como a programação dos sensores, houve uma dificuldade maior que requereria mais tempo para o aprofundamento dos conhecimentos.

Com relação aos conceitos matemáticos trabalhados e as investigações matemáticas realizadas[57], os estagiários realizaram várias tarefas durante o trabalho com os três protótipos. Algumas delas foram propostas pelos formadores, enquanto outras, como vimos anteriormente, foram elaboradas por eles mesmos.

> ***Linda****: Alguns conteúdos que são observados no momento de montagem, porém só serão utilizados posteriormente na parte de programação, que seriam as dimensões dos objetos circulares, como engrenagens e rodas. As rodas possuem raio e diâmetro especificados, possibilitando ao aluno o cálculo da circunferência para inserção no programa, revisando assim conceitos de geometria. As engrenagens possuem diferentes quantidades de dentes, podendo ser utilizadas para transmissão de potência para melhor funcionalidade dos motores, por exemplo. Com tantos conteúdos, existem inúmeras possibilidades de atividades matemáticas para ser realizadas, tanto para o Ensino Fundamental quanto para o Ensino Médio. Como exemplo de atividades, podemos sugerir para os alunos a construção de uma estrutura contendo uma quantidade pré-estabelecida de peças, contendo uma característica de simetria no plano principal. Outra atividade seria pedir ao aluno que calcule qual a velocidade média que o seu robô percorre a uma distância x, em diferentes forças.* (Linda, relatório 1)
>
> ***Thiago****: Foi pedido que calculasse o giro para um ângulo qualquer, relacionado aos segundos gastos, para realizar essa tarefa. Dessa forma, precisei calcular quanto tempo o robô levava para realizar um giro de 360º, em diferentes forças geradas pelo motor (25, 50, 75 e 100%), dessa forma, obtive os tempos de 13,5s, 4,45s, 2,75s e 2s para as forças de 25%, 50%, 75% e 100% respectivamente. De posse desses dados e determinei as seguintes fórmulas, pois os tempos necessários seriam relacionados ao tempo que o robô levava para realizar um giro completo, dessa maneira o ângulo será relacionado ao giro completo (360º) e seu respectivo tempo, obtendo assim as seguintes equações, sendo α o ângulo desejado e T o tempo necessário para realizar esse giro: Para 25% de força: T=α/360.2; Para 50% de força: T=α/360.2,75; Para 75% de força: T=α/360.4,45; Para 100% de força: T=α/360.13,5.* (Thiago, relatório 2)
>
> *Através de tentativas, buscávamos conseguir uma curva de 90° e depois reduzir os números pela metade para tentar chegar em uma curva de 45°. Como primeiro passo, utilizamos um motor parado enquanto o outro motor faria uma rotação, com isso chegamos em uma curva de 90°. Com as mesmas configurações, aplicamos meia rotação e chegamos em uma curva de 45°. Logo, chegamos na equação: y=90x. O que parecia um exercício simples e fácil, na verdade é bem mais complexo que o imaginado, encontrar uma equação que satisfaça as questões do problema é bem difícil, principalmente quando se passa a trabalhar com segundos no lugar de rotações. É necessário ter noção de graus e saber relacionar os dados da programação com o resultado obtido em forma de equações.* (José, JPC, relatório 2)

No excerto de Linda, ela apresenta suas ideias iniciais para trabalhar Matemática a partir do *hardware* e posteriormente, uma questão envolvendo o *software*. Thiago explicou como

[57] Na seção 6 voltaremos a discutir como ocorreram as investigações matemáticas e a construção de modelos matemáticos.

conseguiu encontrar o tempo que o robô gastava para realizar giros e finalmente, esboça uma proposta de modelos matemáticos para a situação-problema. Por fim, JPC e José também realizaram vários experimentos buscando generalizar a situação em que o robô efetua giros. Nesse processo de programação e tentativa de generalização dos resultados, os estagiários utilizaram e aprofundaram vários conhecimentos matemáticos. Esses conhecimentos foram desenvolvidos e aprimorados posteriormente, na etapa do *Estudo de Aula*, quando tiveram que ensinar Matemática usando os conceitos necessários para construir e programar os robôs.

Nos estudos desenvolvidos por Accioli (2005), Campos (2005) e Santos (2016), os pesquisadores apontam que o uso da robótica educacional favorece o ambiente de aprendizagem matemática, tem grande potencial para desenvolver a investigação e a autonomia do aluno. O conhecimento matemático, durante o trabalho com os robôs,

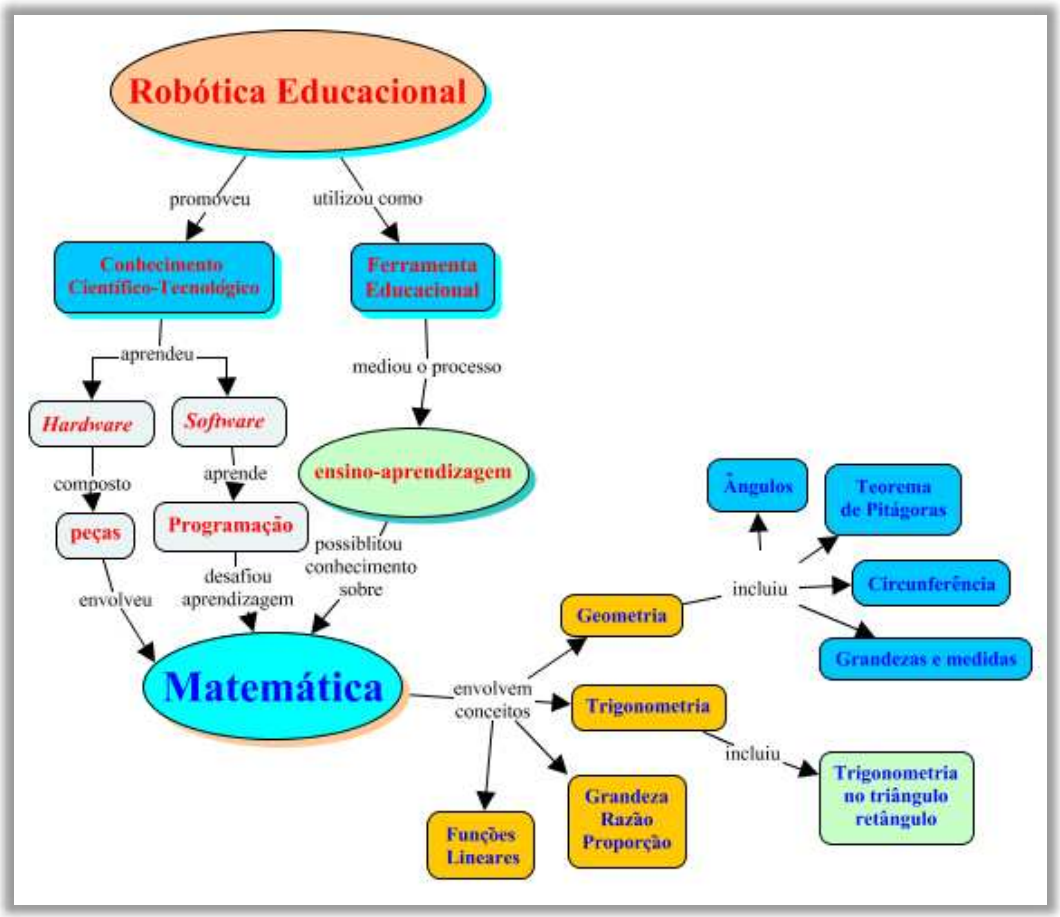
> é praticado mediante as situações de criação, de construção e de programação dos robôs. Quando o indivíduo tem a necessidade de converter em uma linguagem de máquina um contexto real que muitas vezes é automático em sua mente, no processo de instruir a máquina, utiliza-se a Matemática e outras teorias do conhecimento. (BARBOSA, 2011, p. 34-35)

Os conteúdos matemáticos são trabalhados durante as construções e programações dos robôs. Muitas vezes, o conteúdo matemático necessário não é evidente, cabe ao aluno fazer a relação do conhecimento prévio com a situação-problema. Dessa forma, a motivação para a aprendizagem foi estimulada a cada aula, com um desafio novo, com a introdução de uma ferramenta ou peça diferente no robô. Na Figura 52 esboçamos nossa compreensão acerca da relação dos conceitos matemáticos e científicos-tecnológicos envolvidos nas tarefas da fase de *Experimentação*.

Assim, o processo de ensino-aprendizagem da robótica conseguiu motivar os futuros professores a aprenderem de forma autônoma, criativa e divertida, através dos protótipos robóticos:

> *Em consenso, gostamos de trabalhar nas atividades, nas programações e do trabalho que desenvolvemos juntos. A conclusão que chegamos, tivemos sim algumas dificuldades na programação, mas se não tivesse, não seria interessante. É com os desafios que temos mais vontade de continuar e achar as respostas para os mesmos.* (Kitty, Yoda, relatório 2)
>
> ***Thiago**: O que mais gostei foi que consegui programar um robô para que andasse sozinho e sem atingir nada, pois só tinha visto algo assim na internet e achei que seria muito mais difícil do que realmente foi. Aprendi principalmente sobre como programar e das capacidades do robô.* (Thiago, relatório 3)

Figura 52 – Mapa mental dos conceitos envolvidos durante as aulas de robótica educacional



Fonte: Elaborada pela Pesquisadora.

Com as atividades realizadas e o comprometimento dos estagiários, podemos perceber que os futuros professores desenvolveram conhecimentos científicos-tecnológicos, ou seja, conhecimentos relativos à programação e às estratégias de programação. O conhecimento vindo da experiência, a fluência tecnológica desenvolvida, permitiu que os estagiários pesquisassem, planejassem e conduzissem aulas de Matemática com robótica educacional. Noemi corrobora nossa afirmação, durante a entrevista:

> ***Noemi**: A gente não estava lá só para aprender por aprender, não, a gente estava lá para aprender, para poder elaborar uma aula e conduzir uma aula com os meninos do Ensino Médio.* (Noemi, entrevista, 2018)

Nessa subseção apresentamos algumas situações do trabalho realizado pelos estagiários com a robótica educacional, as investigações matemáticas e as suas aprendizagens. Eles evidenciam a construção do conhecimento científico-tecnológico, o aprofundamento do conhecimento matemático e o conhecimento sobre tarefas de investigação matemática em algumas situações vivenciadas no processo formativo.

5.3.3 Interação no Grupo durante as três Primeiras Fases do Estágio Supervisionado I

Em todas as atividades do projeto, os estagiários se organizaram em subgrupos, cuja dimensão variou de acordo com a atividade a ser realizada, mas na maioria das vezes, continha dois ou três participantes. De acordo com Pereira (2019, p. 109) "a formação dos grupos de alunos revela muito sobre a identidade de cada projeto desenvolvido, sobretudo ao direcionarmos o nosso olhar para as dimensões individual e coletiva de sua composição". No nosso caso, observamos que a maioria dos estagiários já se conheciam, já estavam acostumados a realizar trabalhos em grupo, e assim, se organizaram por afinidade, amizade, segurança e comprometimento. Mas, conforme eles se organizavam, uma característica marcante e determinante para o projeto, é que a maioria dos grupos tinha pelo menos um estagiário (catalisador) que já conhecia o *kit* de robótica (Diário de Campo, Aula de 06/04/18).

Mas nem sempre foi possível satisfazer a todos, como no caso de uma estagiária que tirou licença médica durante o estágio, quando ela retornou, o professor solicitou que ela fizesse parte de um outro grupo, pois os demais já estavam organizados.

Durante as etapas, houve um processo de negociação, em diversos contextos, entre os estagiários que produziram diferentes configurações de alguns subgrupos ao longo do projeto, ou por necessidade, devido à quantidade de material, mas também por questões pessoais, afinidade e comprometimento. Luana Júlia manifestou em entrevista que nem sempre o processo de escolha ou adaptação ao grupo é uma tarefa fácil para o estagiário:

> ***Pesquisadora**: Você teve dificuldade de entrosamento com a turma?*
> ***Luana Júlia**: Tive.*
> ***Pesquisadora**: Isso afetou o seu trabalho?*
> ***Luana Júlia**: Com certeza, afetou. É porque, assim, eu não tinha contato com nenhum deles, né? Então, eu não conhecia ninguém, ninguém mesmo, não tinha ninguém da turma que eu conhecia. Agora, no segundo semestre que eu consegui ter mais contato e era ruim, porque às vezes, os grupos já eram todos feitos, né? Então, ia escolher uma dupla, um trio, já estava todo mundo feito. Acabava que eu ficava sozinha ou para achar alguém eu tinha que encaixar em algum grupo. Então, foi meio difícil.*
> ***Pesquisadora**: Vencer as panelinhas?*
> ***Luana**: É. Bem difícil e eu sou assim, não sou tão aberta, então foi bem difícil encaixar nos grupos.* (Luana Júlia, entrevista, 2018)

As dificuldades e desafios no trabalho colaborativo podem influenciar no trabalho a ser desenvolvido. Vencer essas limitações, fortaleceu os laços de respeito, contribuiu para estabelecer relações cada vez mais produtivas. Compreendemos que, com o decorrer do projeto,

conseguimos realizar um trabalho colaborativo que se foi constituindo, se fortalecendo a partir da negociação e do diálogo (BOAVIDA; PONTE, 2002). Respeitando as especificidades do grupo e da disciplina, as decisões sobre o projeto ROBOMAT foram tomadas em grupo. Os objetivos específicos do projeto foram traçados conjuntamente, inclusive as ações foram pensadas, planejadas, desenvolvidas e analisadas com a colaboração de todos os participantes.

O trabalho colaborativo entre os futuros professores foi percebido durante vários momentos dessa etapa, como no caso de Stephen Hawking, um dos nossos catalisadores, que nos chamou a atenção por sua interação com o grupo. Ele se sobressaía em experiência com robótica em relação à maioria da turma, sobretudo, gostava do que fazia, tinha interesse pela robótica e, assim, realizava as tarefas com muita facilidade. Os demais estagiários em seu subgrupo estavam experimentando a robótica pela primeira vez. Alguns tinham medo, insegurança e até mesmo uma certa resistência à proposta do ROBOMAT para o estágio. Mas Stephen Hawking voluntariamente assumiu a função de ensinar o grupo, ensinando com calma e paciência sobre o *hardware* e o *software*, com as ferramentas disponíveis. Ele deixava que os colegas testassem, experimentassem e, enquanto isso, ele ia estimulando e incentivando o grupo para realizar a tarefa. Larissa expressa em entrevista como foi importante a colaboração desse e de outros colegas mais experientes no processo de aprendizagem da Robótica:

> ***Pesquisadora:*** *E como foi para você esse primeiro contato* [com a robótica]*?*
> ***Larissa:*** *A primeira montagem foi fácil, já na programação, eu tive um pouco de dificuldade. Mas, graças a Deus, Stephen Hawking me ajudou. Stephen Hawking foi o pai desse Estágio no primeiro semestre, porque ele ajudou bastante. Porque acaba que o* [redacted] [professor] *sozinho não dá conta de atender a todos, né? E aí, como já tinha alguns que já tiveram outros contatos* [com a robótica]*, aí, o Stephen Hawking mesmo foi um dos que me ajudou muito para conhecer melhor o kit, para saber distinguir as peças. Porque eu também tive muita dificuldade em saber qual peça que seria* [usada]*. Aí, ele me ajudou a distinguir as peças, me mostrou os nomes, me ajudou na programação. Eu não estou esperta nisso, eu não estou sabendo tudo, mas o básico eu sei.* (Larissa, entrevista, 2018)

O objetivo comum de aprender robótica foi importante para o grupo nessa etapa, mas acima de tudo, a forma como os estagiários desenvolveram o trabalho foi fundamental para levar adiante a proposta do estágio. O respeito mútuo favorece relações de colaboração exitosas (BOAVIDA; PONTE, 2002). Conforme Kitty e Yoda apresentam no seu relatório, o respeito mútuo e o trabalho em equipe foram aprendizados desenvolvidos durante as aulas de *Experimentação*:

> *Buscamos sempre nos respeitar para que nosso trabalho em grupo flua de maneira agradável para ambos. Em consenso, gostamos de trabalhar nas*

> *atividades, nas programações, e do trabalho que desenvolvemos juntos* [...]. *Levamos dessa aula um aprendizado muito importante, que é o trabalho em grupo e o respeito.* (Kitty; Yoda, relatório 2, 2018)

Na fala de Leka, outra catalisadora, observamos seu envolvimento tanto para ensinar o grupo a programar, mas também, com esse posicionamento, ela percebe que aprendeu mais sobre programação:

> ***Leka****: Como eu já tenho experiência com esses sensores, auxiliei os integrantes do meu grupo na programação e, com isso, pude explorar meus conhecimentos e também descobrir novas formas de programação.* (Leka, relatório 2, 2018)

Linda, inicialmente fluente na robótica, enfatiza que também aprendeu novas ferramentas com os colegas do grupo, inclusive com um estagiário que inicialmente não conhecia essa tecnologia:

> *Ele [JPC] colocou coisa que em nem sabia que existia. É porque a gente aprende o básico e depois para de explorar.* (Diário de Campo, Aula de 09/04/18)

Os excertos acima revelam que os estagiários estavam abertos para aprender com seus colegas (BOAVIDA; PONTE, 2002). Além dessa colaboração interna entre os membros dos subgrupos, houve também uma colaboração em todo o grupo, em que um membro de um subgrupo ajudava, tirava dúvida de colegas de outros subgrupos. Um exemplo registrado é o de José, que estava tendo dificuldades de programar o robô com o sensor ultrassônico, enquanto um estagiário de outro subgrupo tentava ajudá-lo: "*tem que ser dentro, José*" (Diário de Campo, Aula de 09/04/18), referindo-se à posição do bloco do sensor dentro do *loop*, no *software* de programação. "*Porque eu vou tentando até dar certo. Aí, já fiz várias tentativas*" (Diário de Campo, aula de 09/04/18), diz José, reforçando sua experiência e a ajuda recebida.

Podemos afirmar que a colaboração foi uma estratégia importante para o desenvolvimento de saberes dos estagiários, relacionados aos conteúdos matemáticos e à apropriação dos conceitos da tecnologia durante essa fase inicial do Estágio Supervisionado I. É importante reforçar que tanto os catalisadores quanto os iniciantes na robótica afirmaram terem construído novos conhecimentos sobre a tecnologia.

Com essa *experiência* eles aprenderem a trabalhar em grupo, a se relacionar com outros colegas, a dividir a responsabilidade, a cumprir seu papel dentro de um grupo. Em várias

situações[58] os estagiários mostraram ter percepção da importância da colaboração e do trabalho em equipe para o crescimento de todo o grupo, como exposto nos excertos acima. Esses foram apenas alguns exemplos da concepção dos estagiários, acerca da importância da colaboração entre eles para a aprendizagem da robótica, durante a *Experimentação*, na qual interagiram, trocaram dicas, deram sugestões e aprenderam em grupo.

5.4 ONDE CHEGAMOS

Buscamos responder à questão: *Como ocorre a aprendizagem da Robótica Educacional no contexto do Estágio Supervisionado I?* Ao refletir sobre a concepção de estágio de Pimenta e Lima (2017), percebemos que o estágio é o espaço e tempo ideal para o futuro professor refletir sobre os desafios da prática docente, participar de práticas educativas *inovadoras* com TDIC, refletir sobre as experiências sobre a prática e para a prática, amparados na teoria. Ao conduzir essa ação formativa, compreendemos que ela contribuiu para atender aos objetivos do Estágio Supervisionado I, apontados na literatura utilizada e aos propostos pelo programa curricular do Curso de Licenciatura em Matemática.

A integração de TDIC (*WhatsApp*, o SIGAA e o *Facebook*) mostrou-se satisfatória, pois evidenciamos que os estagiários tiveram uma boa interatividade (BELLONI, 2002) com as tecnologias e boa interação estagiário-estagiário e estagiário-professor/formadores. Esses recursos auxiliaram no processo de interação e colaboração entre os participantes do grupo. Em particular, as narrativas dos estagiários revelaram que a integração do *WhatsApp* ao processo formativo promoveu a comunicação e a interação instantânea entre os participantes, possibilitou a construção e encaminhamento de atividades importantes, assim, o ambiente foi considerado como uma extensão da sala de aula.

O *Estudo Teórico* e o *Workshop* possibilitaram que os estagiários conhecessem outras experiências com robótica educacional, sendo desenvolvidas por uma rede de pesquisadores que investigam esse recurso tecnológico no processo de ensino-aprendizagem. Essas etapas do estágio promoveram a motivação e o interesse dos estagiários para que eles se aprofundassem e mobilizassem novos conhecimentos sobre a Matemática e sobre o ensino de Matemática mediada pela robótica educacional, a partir das vivências com as tarefas investigativas e exploratórias. Sobretudo, possibilitaram que os estagiários tivessem o aporte teórico necessário para desenvolver a proposta, portanto, desenvolver sua prática e refletir sobre ela.

[58] Na próxima seção o tema voltará à discussão.

Refletindo sobre as TDIC no processo educativo, concluímos que elas representaram uma oportunidade de mudança na prática do futuro professor, de um ensino tradicional centrado no professor, passando a um ensino *inovador*, centrado no protagonismo do aluno durante o processo, em que o professor se utiliza de diferentes recursos para criar situações estimulantes e desafiantes, ou seja, criar contextos que favoreçam a aprendizagem (PONTE, 2000; PONTE; OLIVEIRA; VARANDAS, 2003).

Os estagiários foram convidados a assumirem novos papéis durante o processo formativo com a robótica educacional, numa perspectiva de ensino *inovador* (PONTE, 2000; PONTE; OLIVEIRA; VARANDAS, 2003), desencadeado por aulas, seguindo a abordagem exploratória. Segundo Ponte (2005b) e Ponte e Quaresma (2015), na aula de cunho exploratório, o foco está no processo ensino-aprendizagem e não no ensino, em que o aluno assume papel ativo, desenvolve a atividade para a construção da aprendizagem. Assim, ao investigar as situações que envolviam os robôs, os estagiários foram os protagonistas de suas aprendizagens, nas quais procuravam compreender, conhecer e encontrar soluções para as tarefas (PONTE, 2003). Suas narrativas mostraram que durante a *Experimentação* eles construíram conhecimentos científico-tecnológicos sobre a robótica educacional, tanto relacionados ao *hardware* quanto ao *software* do *kit* utilizado. Desenvolveram uma fluência tecnológica relativa aos robôs e as programações. É importante salientar que mesmo os catalisadores, estagiários mais experientes com a robótica, afirmaram ter desenvolvido novos conhecimentos, ou seja, a aprendizagem não ficou restrita aos iniciantes, mas todos aprenderam.

Os estagiários conseguiram elaborar e resolver tarefas envolvendo investigações matemáticas com os três protótipos trabalhados nessa fase preparatória, sendo assim, conheceram as tarefas do tipo investigativas e exploratórias. Eles vivenciaram situações em que realizaram investigações matemáticas no ambiente mediado pela tecnologia, e com isso, aprofundaram e mobilizaram alguns aspectos do conhecimento sobre alguns conceitos da Matemática para o ensino (PONTE, 2012). A aprendizagem ocorreu de forma colaborativa, os estagiários se ajudavam mutuamente durante todo o processo.

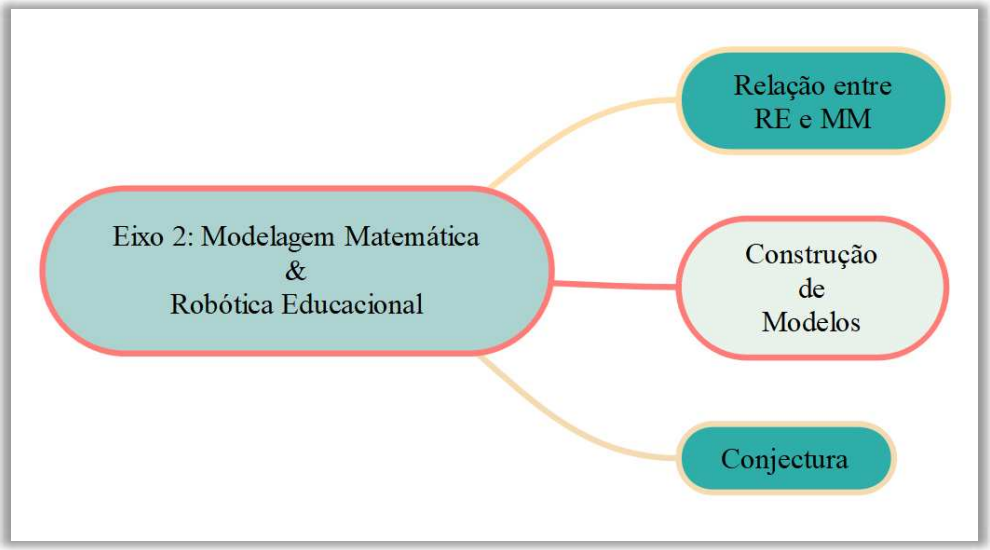
Os estagiários desenvolveram um processo de aprendizagem no qual as dúvidas, descobertas e aprendizagens eram compartilhadas pelo grupo e construíram uma fluência em conceitos científico-tecnológicos da robótica educacional.

Na próxima seção, construímos uma trilha das investigações matemáticas no contexto da robótica educacional até chegarmos à modelagem matemática. Percorremos essa trilha passando por cada protótipo trabalhado durante a *Experimentação,* evidenciando nossa concepção a respeito da Modelagem Matemática & Robótica Educacional.

6 ROBÓTICA EDUCACIONAL & MODELAGEM MATEMÁTICA

Nesta seção apresentamos uma revisão sobre a modelagem matemática, construímos uma relação entre o trabalho com modelagem matemática e a robótica educacional. Analisamos como as investigações matemáticas nos conduziram ao processo de construir modelos quando trabalhamos com os protótipos. Apresentamos o processo de construção de modelos matemáticos a partir do *Castor Bot*, da *Grua Móvel* e do *Relógio Analógico*. Por fim, conjecturamos uma proposta de modelagem & robótica educacional (Figura 53).

Figura 53 – Mapa do segundo eixo de análise



Fonte: Elaborada pela Pesquisadora.

6.1 MODELAGEM MATEMÁTICA

No Brasil, a Modelagem Matemática na/para Educação Matemática se manifestou mais efetivamente em Congressos, no final dos anos de 1970 (BIEMBENGUT, 2016; MEYER; CALDEIRA; MALHEIROS, 2011). A partir dessa época, alunos e professores de diferentes níveis de escolaridade começaram a fazer uso dessa forma de "fazer matemática" (MEYER; CALDEIRA; MALHEIROS, 2011, p. 9). Existem diferentes concepções de Modelagem Matemática na Educação Matemática. Amparamo-nos nas concepções de Bassanezi (2002, 2015); Biembengut e Hein (2018); Biembengut (2014, 2016); Meyer, Caldeira e Malheiros (2011).

Modelagem Matemática, para Bassanezi (2002, p. 24), é "um processo dinâmico utilizado para a obtenção e validação de modelos matemáticos. É uma forma de abstração e

generalização com a finalidade de previsão e tendências". De forma similar, a modelagem, segundo Biembengut (2014, p. 21), "é o processo envolvido na elaboração de modelo de qualquer área do conhecimento. Trata-se de um processo de pesquisa".

Meyer, Caldeira e Malheiros (2011) consideram que a Modelagem Matemática é uma maneira de "confrontar o mundo real com o universo da Matemática" (p. 27). Ao trabalhar a Modelagem Matemática por meio de fenômenos de interesse dos alunos e de suas comunidades, ela é um meio para a "aprendizagem da vida", pois os fenômenos permitem aos alunos perceberem a Matemática como um instrumento de "avaliação do mundo: é, antes, também um meio complementar de se – como afirma Paulo Freire – 'ler o mundo'. Ler o mundo e tentar entendê-lo em seus muitos e diversos aspectos" (p. 15, grifos dos autores). No processo de Modelagem, o aluno participa ativamente do método de aprendizagem.

Para perceber a Modelagem Matemática, Biembengut (2014) indica que é preciso compreender o que é um modelo. Para essa autora, a concepção de modelo permeia os mais diversos contextos.

> Um modelo é um conjunto de símbolos os quais interagem entre si representando alguma coisa. Essa representação pode se dar por meio de desenho ou imagem, projeto, esquema, gráfico, lei matemática, dentre outras formas. (BIEMBENGUT, 2014, p. 20)

A ideia de modelo é "senso de representação". "Representação de algo que se pretende realizar, entender, explicar e/ou inferir, imitar, alcançar" (BIEMBENGUT, 2016, p. 65). "Nenhum modelo ou forma de representar é casual ou rudimentar. É, antes, a expressão das percepções da realidade, do desejo, da aplicação, da representação" (BIEMBENGUT, 2014, p. 21). E ainda, "O valor de um modelo está na utilidade, na adequação ao fenômeno observado, na aplicação de dados que conduza a uma solução, a um resultado, a um produto, a uma teoria" (BIEMBENGUT, 2016, p. 66).

Para Bassanezi (2002, p. 20), *Modelo Matemático* é *"*um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam de alguma forma o objeto estudado". Nesse mesmo raciocínio, para Biembengut e Hein (2018, p. 11), o modelo matemático é "um conjunto de símbolos e relações matemáticas que procura traduzir, de alguma forma, um fenômeno em questão ou problema de situação real". Assim, quando se estuda Matemática, aprendem-se modelos matemáticos, mas esses modelos matemáticos podem ser mais amplos, como parte de uma resposta a algum fenômeno ou situação-problema.

De acordo com Bassanezi (2002), a Modelagem Matemática, quando utilizada para o ensino, fomenta a integração entre os "aspectos lúdicos da matemática com seu potencial de aplicações. E mais, com este material, o estudante vislumbra alternativas no direcionamento de suas aptidões ou formação acadêmica" (BASSANEZI, 2002, p. 16).

Para Meyer, Caldeira e Malheiros (2011) são três os passos principais para caracterizar o procedimento de Modelagem Matemática: o da formulação, o do estudo de resolução e o de avaliação, que, segundo eles, "pressupõem o diálogo, a negociação e o acordo" (p. 17). Esses passos se dividem em cinco momentos para a Modelagem: "1) determinar a situação; 2) simplificar as hipóteses dessa situação; 3) resolver o problema matemático decorrente; 4) validar as soluções matemáticas de acordo com a questão real e, finalmente, 5) definir a tomada de decisão com base nos resultados" (MEYER; CALDEIRA; MALHEIROS, 2011, p. 28).

Segundo Meyer, Caldeira e Malheiros (2011), o primeiro passo é escolher uma situação-problema que seja significativa para os alunos e de seu interesse. Em segundo lugar, é preciso simplificar o problema, introduzindo hipóteses que facilitem sua resolução. Na resolução do problema, muitas vezes o aluno vai encontrar números 'quebrados', então, é preciso fazer aproximações dos resultados. É necessário avaliar as soluções matemáticas para ver se atendem à situação-problema investigada e, por fim, para os autores, vem o passo da tomada de decisão que, para eles, no âmbito educacional, é um ato político: "Na escola, tal passo envolve conhecer as dificuldades de agir em sociedade – e a necessidade de fazê-lo" (MEYER; CALDEIRA; MALHEIROS, 2011, p. 28).

Ao fazer Modelagem de uma dada situação, na perspectiva de Biembengut (2014), seguem-se seis passos:

> - Reconhecimento da situação problema → delimitação do problema;
> - Familiarização com o assunto a ser modelado → referencial teórico;
> - Formulação do problema → hipótese;
> - Formulação de um modelo matemático → desenvolvimento;
> - Resolução do problema a partir do modelo → aplicação e interpretação da solução; e
> - Validação do modelo → avaliação. (BIEMBENGUT, 2014, p. 22)

Esses passos, reorganizados em três fases por Biembengut (2014, p. 23), são: Percepção & Apreensão, Compreensão & Explicitação, Significação & Expressão. Na primeira fase, Percepção & Apreensão, tem-se:

> *Perceber* os entes envolvidos na situação-problema. Isso nos requer um estudo de modo indireto (por meio de livros e revistas especializadas, entre outros)

> ou/e direto (por meio de experiência em campo ou dados experimentais obtidos junto a especialistas da área).
> Na medida em que *percebemos*, nos familiarizamos com os dados, a situação torna-se mais clara e *apreendemos*. (BIEMBENGUT, 2014, p. 24)

A segunda fase, Compreensão & Explicitação, engloba a Formulação do problema, Formulação do modelo e resolução. Apoiada em uma

> *Compreensão* criteriosa da situação-problema ou fenômeno, buscamos propor um sistema conceitual, a fim de *explicitar* os dados.
> O objetivo principal dessa fase do processo de Modelagem é chegarmos a uma *explicitação*, um modelo que nos leve à solução ou nos permita a dedução de solução. (BIEMBENGUT, 2014, p. 24)

A última fase é da Significação & Expressão, que engloba as últimas das seis mencionadas anteriormente. Nessa fase, busca-se analisar e interpretar os resultados da aplicação, verificando se o modelo é válido ou não:

> Se o modelo atender às necessidades que o geraram, procuramos descrever, deduzir ou verificar outros fenômenos ou deduções – mostrar sua *significação*. Caso contrário, retornamos à segunda fase – *compreensão* e *explicitação*, mudando ou ajustando às hipóteses e variáveis. (BIEMBENGUT, 2014, p. 25)

Por fim, expressar, conforme a autora, é o momento de examinar o que foi realizado enquanto modeladores. "Ao finalizar o processo de modelar, é relevante *expressarmos* todo o processo a fim de que possa valer a outra pessoa que tenha interesse no assunto ou a nós mesmos" (BIEMBENGUT, 2014, p. 25).

A Modelagem, no âmbito da Educação Matemática, deve tratar da "realidade dos alunos e de suas comunidades. Problemas de fora da escola" (MEYER; CALDEIRA; MALHEIROS, 2011, p. 39). Segundo os autores, os professores devem discutir problemas da realidade dos alunos, problemas que aparecem fora da escola. As tecnologias fazem parte da realidade dos alunos, seja para se comunicar, para jogar, para se divertir, se informar e, muitas vezes, tudo isso tem ficado de fora da escola.

Conduzidos pelas concepções de modelo e Modelagem Matemática aqui discutidos, pensando na realidade das tecnologias presentes no cotidiano dos alunos, questionamos: *Como a Matemática emerge das situações-problema a partir do contexto dos protótipos robóticos? Como ocorre o processo de Modelagem Matemática com Robótica Educacional no contexto da Educação Matemática? Como se relaciona o processo de Modelagem Matemática com o processo de Robótica Educacional no contexto da Educação Matemática?*

6.2 ENTRELAÇANDO MODELAGEM MATEMÁTICA E ROBÓTICA EDUCACIONAL

As tecnologias digitais têm sido incorporadas às atividades do cotidiano, principalmente no que diz respeito ao acesso à *Internet*, aos recursos computacionais, ao uso de robôs e inteligência artificial nos mais diferentes setores. Essas ferramentas tecnológicas são sustentadas por uma variedade de novas linguagens de programação, que são conjuntos de códigos e regras especializados para dar instruções aos computadores (LÉVY, 2000). Para Papert (1985, 1994), as linguagens de programação são processos sustentados por uma base matemática, que seguem uma sequência lógica de comandos, pois estão "baseadas em pressupostos lógico-matemáticos básicos, que permitem construir espaços de interação digital. [...] Essas linguagens têm sua base em ideias associadas ao cálculo proposicional, que as sustentam matematicamente" (DALLA VECCHIA, 2012, p. 81-82).

Para Dalla Vecchia (2012), de acordo com sua compreensão sobre as ideias de Papert (1985, 1994), as construções feitas a partir de uma linguagem de programação traduzem-se numa linguagem matemática. Além disso, o autor compreende "as construções feitas por meio de uma linguagem de programação como sendo modelos, uma vez que estão associados a uma estrutura formal abstrata e se referem a uma determinada situação" (DALLA VECCHIA, 2012, p. 83). Esse é um exemplo de modelo computacional. Essa concepção de modelo está em consonância com a ideia de Biembengut (2014, 2016), quando diz que o modelo pode ser de qualquer área do conhecimento.

A literatura comumente se refere à *modelagem computacional* como o uso de uma linguagem de programação para simular ou representar um fenômeno ou uma situação-problema. Para Trivelato (2003, p. 13) "todo modelo computacional é um modelo lógico, pois o fundamento de um computador digital é a lógica de comutação binária". O autor ainda argumenta que um modelo computacional "é a tradução dos modelos matemáticos ou lógicos em/para a linguagem computacional" (p. 13). Por conseguinte, os modelos computacionais podem ser compreendidos como modelos matemáticos, pois estão diretamente relacionados a conceitos lógico-matemáticos.

Diante do exposto, perguntamos: *Qual o tipo de modelo na Modelagem Matemática com Robótica Educacional? A programação de um robô, construído com os kits Mindstorms NXT LEGO® 2.0, pode ser compreendida como um modelo matemático?* Para responder a essas questões, vamos considerar as ideias de modelo matemático apresentadas por Bassanezi (2002, 2015); Biembengut (2014, 2016); Meyer, Caldeira e Malheiros (2011), em que o modelo é tido como a representação do fenômeno ou situação, utilizando recursos e linguagens do universo

matemático.

Trivelato (2003, p. 6) nos traz uma visão mais ampliada para modelo, considerando-o como "Uma representação física, matemática, lógica ou computacional qualquer de um sistema, processo, fenômeno ou entidade. Segundo a sua natureza os modelos são classificados em: físicos, matemáticos, lógicos e, recentemente, computacionais".

Dalla Vecchia (2012, p. 116) se valeu de Papert (1985, 1994) e de Trivelato (2003) para construir sua concepção de modelo matemático no mundo cibernético. Para o autor, o modelo obtido e expresso pela linguagem do *Scratch* é diferente dos modelos matemáticos que comumente se utilizam de uma linguagem matemática formal. Esse modelo é próprio para o espaço compreendido pelas tecnologias digitais, em que se sustenta e se potencializa. Devido às suas particularidades, o autor o nomeou *modelo matemático/tecnológico*. Nessa concepção, a linguagem de programação é um modelo, pensando em

> uma descrição da situação que se pretende resolver [...], por meio de uma linguagem que até apresenta alguns símbolos matemáticos, mas que mais se assemelha à linguagem falada. Entretanto, da mesma forma que um modelo matemático, essa construção permite fazer simulações, atualizando-as na tela informacional do computador. (DALLA VECCHIA; MALTEMPI, 2014, p. 209)

Com o exposto até aqui, podemos conjecturar que uma dada situação-problema envolvendo o robô, pode ser representada pela programação do robô. Essa programação é um modelo matemático, com suas características e especificidades.

Queremos detalhar melhor esse contexto da robótica com a modelagem matemática, para isso, vamos retomar alguns conceitos. Para Bassanezi (2002, p. 26), a Modelagem Matemática é "um processo dinâmico usado para a obtenção e validação de modelos matemáticos", também para Biembengut (2014, 2016) é um processo que envolve a elaboração de um modelo. Ao trabalhar com Modelagem Matemática, utilizamos uma linguagem matemática, elaboramos um modelo matemático para resolver, interpretar ou representar uma situação-problema. Segundo as percepções de Meyer, Caldeira e Malheiros (2011), em Modelagem Matemática, partimos de um problema real e o traduzimos para um problema do universo matemático, por meio de uma linguagem desse universo. Agora, temos um problema de matemática para resolver e validar.

Em nossa pesquisa para as aulas de Robótica Educacional, durante a etapa de *Experimentação,* tínhamos interesse em preparar os dezesseis futuros professores de Matemática para que aprendessem o básico de construção e programação para que,

posteriormente, durante o Estudo de Aula, pudessem planejar e desenvolver aulas de Robótica Educacional com alunos do Ensino Médio. Assim, para essa etapa, planejamos aulas para os estagiários conseguirem construir e programar uma variedade de robôs, programar movimentos básicos como andar e virar, além de programar os sensores para desviar de obstáculos, etc.

No desenvolvimento desse trabalho com Robótica Educacional, o primeiro passo que adotamos foi permitir que os estagiários se familiarizassem com o *kit*, percebessem tanto a parte de *Hardware* quanto de *Software* do *kit Mindstorms* NXT *LEGO*® 2.0. A exploração inicial foi partir das diferentes peças, dos tipos de estruturas possíveis, de como são construídos os robôs, os diferentes protótipos que são viáveis à construção, os recursos do *software* de programação e, além disso, explorar e apreender a linguagem de programação.

Escolhido o robô, o próximo passo foi separar as peças e construí-lo, compreendendo sua estrutura, para que serve e o que ele faz. Nesse momento, os estagiários identificaram a funcionalidade das peças utilizadas na construção, entenderam a estrutura do robô. Esse foi o momento de aprender os conceitos científicos-tecnológicos e como programar o robô. Explorar as possibilidades de movimentos com o robô: ele anda para a frente e para trás? Vira para a direita ou esquerda? Ele se movimenta na horizontal e/ou na vertical? Percebe os objetos à volta? Ele emite sons? Assim, os estagiários foram compreendendo os limites e potencialidades do protótipo, os tipos de movimentos possíveis com o robô (movimento retilíneo e/ou curvilíneo; horizontal e/ou vertical).

A partir desse momento, os estagiários foram identificando as situações-problema, que chamamos de *problemas robóticos,* envolvendo o robô. Na programação com os *kits Mindstorms* NXT *LEGO*® 2.0, utiliza-se uma linguagem de programação em blocos, com o *software* conhecido como NXT-G. O programador deve escolher o bloco que corresponde à ação que se pretende que o robô 'execute', como movimentar motores ou acionar os sensores. São os blocos de programação que irão determinar a ação executada ou esperada do robô, tanto para os motores quanto para os sensores, quando for o caso.

Após identificada uma situação-problema envolvendo esse robô, os estagiários elaboravam uma programação para que o robô pudesse executar determinadas ações nesse contexto. Para cada tipo de situação-problema, é necessário levantar os dados diretos para a programação, como o raio da roda, distância a percorrer, comprimento do braço, etc. Os estagiários registraram esses dados obtidos e compreenderam o tipo de programação para esse robô. A partir desses pressupostos eles passaram a identificar os *problemas matemáticos* e elaborar os *modelos matemáticos* para responder a essa situação. Os estagiários estabeleceram caminhos para solucionar os problemas, como os conteúdos matemáticos necessários. Esse foi

o momento de formular a programação e o *modelo computacional*. Em algumas situações, pode ser necessário fazer aproximações dos resultados obtidos do modelo matemático para solucionar os problemas robóticos. Em seguida, os estagiários partiram para rodar ou testar a programação, verificando se ela atendia ou não ao esperado.

Nessa nova etapa, compreendemos que o estudante deve interpretar os resultados deduzidos da aplicação com o robô, analisar os resultados obtidos dos modelos matemáticos e modelo computacional e assim, verificar se o robô atende ao esperado para cada questão, ou seja, observar se o resultado advindo dos modelos apresenta uma solução plausível. Caso o robô execute as ações esperadas, o modelo será considerado válido. Caso contrário, o estudante deve retornar à etapa anterior, retomar as questões, considerando os conteúdos matemáticos necessários, revisar os modelos matemático e computacional.

Mostramos até aqui que, para criar a programação do robô, elaboram-se modelos matemáticos para responder às variáveis da programação, como o número de rotações do motor, a velocidade do motor, o ângulo para o giro do robô, etc. Resolvidos esses problemas matemáticos, os dados são inseridos no *software* de programação, cuja tradução dos *modelos matemáticos* são os *modelos computacionais*, a linguagem de programação, de acordo com Trivelato (2003). Os *modelos computacionais* também são linguagem matemática, porém, diferente da convencional, pois a parte matemática está implícita no modelo. Percebemos também que a mesma situação-problema envolvendo a robótica pode ser representada por diferentes linguagens, como a matemática e a computacional, além de outras linguagens não discutidas no âmbito desta tese, como por exemplo, a física. São diferentes representações para o mesmo fenômeno.

Mediante o exposto, desde o início desta seção, quisemos mostrar que a programação do robô é um *modelo computacional*. As argumentações apresentadas anteriormente nos levam a compreender essa programação como uma linguagem matemática, o que nos induz a perceber que o *modelo computacional* é também uma linguagem matemática, ou seja, para construir a programação do robô também estamos construindo um modelo matemático.

Desse modo, respondemos às duas questões desta seção: *Qual o tipo de modelo na Modelagem Matemática com Robótica Educacional? A programação de um robô, construído com os kits Mindstorms NXT LEGO® 2.0, pode ser compreendida como um modelo matemático?* Na linha de compreensão aqui exposta, ao trabalhar com robótica, elaboramos tanto modelos matemáticos quanto modelos *computacionais/robóticos*. Nomeamos esse modelo - *modelo matemático/robótico* - pois pode ser considerada uma linguagem matemática e é, em síntese, a tradução dos modelos matemáticos elaborados para estruturar a programação

e representar os problemas robótico e matemático.

Conjecturamos que a *Modelagem Matemática & Robótica Educacional* (MM & RE) é o processo dinâmico e pedagógico para obtenção e validação do *Modelo Matemático/Robótico*. A *Modelagem Matemática & Robótica Educacional* vai além da construção do objeto robótico. Inclui construir o robô, perceber e interpretar situações-problema que envolvam esse robô, construir *modelos matemáticos* para programar o robô, elaborar o *modelo matemático/robótico*. Testar e validar esses modelos é uma fase final desse processo.

Levando-se em conta essas definições, voltamos ao nosso questionamento: *Como se dá o processo de Modelagem Matemática & Robótica Educacional no contexto da Educação Matemática?* As concepções de processo em Bassanezi (2002), Biembengut (2014, 2016) e em Meyer, Caldeira e Malheiros (2011) remetem à ideia de uma sequência de passos ou etapas previamente estabelecidas. Também compreendemos esses passos de tal modo que se pode avançar ou regredir à medida que for necessário. Podemos simplificar o processo de *Modelagem Matemática & Robótica Educacional* em seis etapas: 1) determinar o problema robótico; 2) determinar o problema matemático; 3) resolver o problema matemático, realizando as aproximações necessárias; 4) solucionar o problema robótico; 5) elaborar o *modelo matemático/robótico* e, finalmente, 6) validar o *modelo matemático/robótico*.

Nas próximas seções vamos indicar como os modelos matemáticos e os *modelos matemáticos/robóticos* foram elaborados pelos estagiários ao longo das atividades com dois robôs distintos: o *Castor Bot* e adaptação com sensores e a Grua Móvel.

6.3 CONSTRUINDO MODELOS MATEMÁTICOS COM ROBÓTICA EDUCACIONAL

Nessa pesquisa aplicada, fazendo uso da Robótica Educacional, buscamos levar os futuros professores a fazer um estudo-pesquisa. Nosso objetivo nesta seção é mostrar que, partindo de aulas de cariz exploratório com tarefas investigativas de Matemática com Robótica Educacional durante a *Experimentação*, fomos conduzidos a trabalhos educativos com Modelagem Matemática. Seguimos a perspectiva de Ponte, Brocardo e Oliveira (2003), que investigar, em Matemática, não significa trabalhar com conceitos matemáticos avançados, mas sim, trabalhar com questões interessantes, para as quais não temos resposta pronta, e partimos à procura dessa resposta, utilizando os recursos matemáticos ao nível do conhecimento dos alunos envolvidos.

Nesse sentido, também compreendemos que investigar em Matemática significa "trabalhar com questões que nos interpelam e que se apresentam no início de modo confuso,

mas que procuramos clarificar e estudar de modo organizado" (PONTE; BROCARDO; OLIVEIRA, 2003, p. 9). Para esses autores, realizar investigações matemáticas, inclui trabalhar com "conceitos, procedimentos e representações matemáticas" (PONTE; BROCARDO; OLIVEIRA, 2003, p. 10).

O trabalho com robótica é uma "uma atividade desafiadora e lúdica, que utiliza o esforço do educando na criação de soluções, sejam essas compostas por *hardware* e/ou *software*, visando a resolução de um problema proposto – podendo o mesmo ser real" (PINTO, 2011, p. 21, grifo nosso).

Assim, robótica educacional nessa perspectiva, bem como as investigações matemáticas se desenvolvem durante a resolução de problemas. Numa determinada situação, identificar o problema a resolver já é um grande avanço inicial para a investigação. Muitas vezes o processo de resolução do problema é tão importante quanto a própria solução, pois no meio do percurso podem ocorrer outras descobertas e aprendizagens importantes (PONTE; BROCARDO; OLIVEIRA, 2003). Da mesma forma, durante o trabalho com a robótica educacional, o que importa é "o processo de construção e elaboração do pensamento do aluno, não interessando muito o produto final e sim o caminho que é feito até que se chegue a um determinado fim" (PINTO, 2011, p. 43).

Como sublinham Ponte, Brocardo e Oliveira (2003), não é apenas viável, mas é importante realizar investigações matemáticas na sala de aula para envolver os alunos da Educação Básica, pois as investigações podem contribuir para o desenvolvimento da aprendizagem Matemática e despertar nos estudantes o prazer em aprendê-la. Para os autores, a realização de uma investigação matemática na sala de aula envolve três fases:

> (i) introdução da tarefa, em que o professor faz a proposta à turma, oralmente ou por escrito, (ii) realização da investigação, individualmente, aos pares, em pequenos grupos ou com toda a turma, e (iii) discussão dos resultados, em que os alunos relatam aos colegas o trabalho realizado. (PONTE; BROCARDO; OLIVEIRA, 2003, p. 25)

Analisando os passos acima e o referencial teórico adotado para Modelagem Matemática, percebemos que uma investigação matemática, quando realizada em situações da realidade, situações contextualizadas, pode nos conduzir ao campo da Modelagem Matemática e à elaboração de modelos matemáticos. Por outro lado, vale a recíproca, quando estamos realizando uma modelagem – para a elaboração do modelo, realizamos uma investigação matemática. Os três passos sugeridos por Ponte, Brocardo e Oliveira (2003) aparecem nos processos de modelagem na maioria dos pesquisadores sobre Modelagem, salvo exceção, como

no caso do terceiro passo, da discussão dos resultados.

Assim, iniciamos nosso trabalho com Robótica Educacional com os estagiários, incentivando todos a se envolverem nesse processo de aprendizagem e realizarem as atividades, procurando pensar em soluções e alternativas viáveis para o Ensino Médio. O ambiente colaborativo, de responsabilidade compartilhada entre formadores e estagiários, foi importante para criar confiança e permitir que estivessem à vontade para investigar e compartilhar as aprendizagens com os colegas.

Como havia estagiários que não conheciam (ou conheciam muito pouco) a robótica, com o objetivo de propiciar ou aprofundar o seu conhecimento a respeito da Robótica Educacional, optamos por fazer aulas introdutórias e deixar que os estagiários vivenciassem e investigassem cada situação proposta, utilizando seus próprios conhecimentos ou que criassem situações de investigação que despertassem seu interesse.

Iniciamos as investigações matemáticas com uma proposta de protótipo como tarefa a investigar, introduzimos o contexto do robô, e, juntamente com os estagiários, fomos elaborando coletivamente as questões ou problemas que queríamos investigar. Nos limitamos às situações que envolviam conceitos matemáticos ao nível do Ensino Médio. Os formadores escolheram três protótipos distintos para desenvolver as atividades de investigação matemática: o *Castor Bot* adaptado com sensores, a Grua Móvel e o relógio analógico. Cada robô foi um tema trabalhado simultaneamente por todos os grupos, desde a construção, a programação e a investigação matemática, que culminou na elaboração de modelos matemáticos. Nas atividades com o Relógio Analógico, os estagiários construíram e programaram o protótipo, seguindo os modelos matemáticos elaborados por Silva (2014) em sua pesquisa de mestrado, investigando proporções e funções a partir da acoplagem de engrenagens. Vamos discutir cada uma dessas situações nas seções seguintes.

6.3.1 Introduzindo o tema da Robótica Educacional para Futuros Professores de Matemática

Iniciamos com uma apresentação em *Power Point* com o título: Robótica Educacional – Conhecendo o *kit* de robótica. Assim, trabalhamos a história da *LEGO*® e dos lançamentos dos robôs. Esse *kit* foi escolhido, pois a universidade dispõe de dois laboratórios com *kits Mindstorms* NXT *LEGO*® 2.0, além de outras versões de *kits* da marca.

Com os estagiários organizados em pequenos grupos, dedicamos um tempo livre para que eles explorassem os *kits* (Figura 54) e a funcionalidade das peças. Foi um momento de

muita euforia e empolgação (Diário de Campo, Aula dia 06/04/18). Nessa aula havia bastante barulho, curiosidade e atividade, diferente do contexto de passividade, tão presente em aulas de Matemática. Nessa primeira fase, exploramos também o *site* da marca, o NXT *programs*[59], no qual os estagiários puderam consultar alguns protótipos de construção livre e explorar o passo a passo para a construção e programação de alguns robôs.

Figura 54 – Imagens do kit utilizado em sala



Fonte: Dados da Pesquisa.

Para os estagiários, essas aulas foram consideradas muito divertidas, pois

> *fazer os robôs, montar eles, aquela parte ali, o montar é divertido. Eu gosto de brincar com LEGO, fazer umas coisinhas. Acaba que vira uma brincadeira, então é bem legal.* (José, entrevista, 2018)

Os estagiários observaram que, durante o processo de exploração do *kit* com alunos da Educação Básica, podem ser elaboradas diferentes situações de investigação matemática, mesmo durante a construção, em que cada peça pode ser explorada envolvendo conceitos matemáticos, como a própria geometria das peças, vigas, barras e pinos. Com objetos circulares, como rodas e engrenagens, pode-se explorar o raio, diâmetro, o comprimento da circunferência, etc.

Os estagiários registraram que o simples manuseio das peças, como a acoplagem de engrenagens, com quantidades de dentes diferentes, pode gerar situações interessantes para serem investigadas, como a relação entre a quantidade de dentes e a rotação em cada engrenagem. Essa atividade com engrenagens pode produzir uma investigação muito rica, inclusive é o que motivou Papert (1985, 1994) em suas aprendizagens, investigações e criações desde sua infância. A investigação com engrenagens foi melhor aprofundada com os estagiários no trabalho com o quarto protótipo: o Relógio Analógico. Mas é importante observar que os

[59] http://www.nxtprograms.com

estagiários estavam atentos às possibilidades de investigações matemáticas a partir da exploração do *kit* LEGO®, desde o início da pesquisa.

6.3.2 Construindo Modelos Matemáticos/Robóticos com o *Castor Bot*

Iniciamos com a construção do primeiro robô, conhecido como *Castor Bot*[60] (Figura 55), um protótipo simples, com passo a passo disponível na revista *LEGO*® que acompanha o *kit*. Nessa fase de investigação, procuramos conduzir os estagiários a pensar na construção, o porquê de cada peça, cada encaixe, o que permite o movimento do robô. Os formadores propuseram algumas situações para que os estagiários aprendessem a programação básica utilizando o *kit.*

Figura 55 – Robô Castor Bot em processo de construção



Fonte: Dados da Pesquisa.

[60] Montagem livre disponível no *site* nxtprograms.com.

Essa fase inicial, de construção e programação, exploração das possibilidades do robô é muito importante para o aluno aprendiz, pois no dizer de Maliuk (2009):

> Durante a construção e a programação de um robô existe o pensar sobre o se está fazendo, de forma lógica e ordenada. Uma peça ao ser encaixada deve estar de acordo com o objetivo da montagem e um comando dado deve estar vinculado ao que se deseja de ação. Se não há lógica na montagem, não há robô e se não há lógica na programação, não há programação. (MALIUK, 2009, p. 37)

Explorar as possibilidades do robô, é descobrir a sua finalidade, como no caso do carro, seu objetivo é locomover: andar para a frente, para trás e realizar giros de 90º, 45º e de um ângulo qualquer. Esse foi o problema robótico encontrado pelo grupo e que foi dividido em diferentes questões, com o objetivo de programar o robô para executar movimentos básicos.

Alguns desafios propostos foram: *"Faça seu robô ir até a porta", "Faça ele andar reto e depois virar para a direita", "O que é andar reto?", "Como o robô pode girar?"* (Professor, Diário de Campo, aula de 06/04/18).

Para a última pergunta, algumas respostas possíveis foram dadas pelos estagiários, como "*Travar uma roda e colocar a outra em movimento*", "*Usar a diferença de forças: um motor mais rápido que o outro*", "*Usar motores em sentidos opostos*" e "*Basta usar sensores*" (Diário de Campo, aula 06/04/18). Não estávamos apenas interessados em fazer o robô andar – por tentativa e erro é possível fazer isso, vai-se atribuindo valores aleatórios às rotações até alcançar o movimento desejado. Além disso, o *software* de programação é bem intuitivo e planejado para que as crianças consigam utilizá-lo. Queríamos que os estagiários estabelecessem as conexões matemáticas existentes, da construção à programação do robô, por isso, insistimos para que realizassem todos os cálculos necessários com a maior precisão possível.

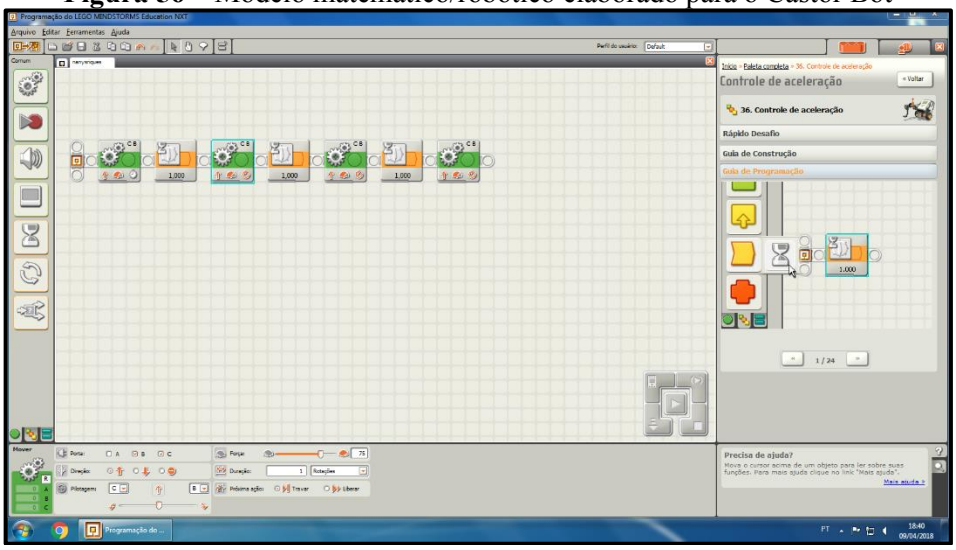
Vamos explorar dois tipos de movimentos, que foram os mais utilizados pelos estagiários de todas as programações realizadas. Para a tarefa proposta *"Faça o robô percorrer duas laterais do piso retangular da sala do laboratório, chamado Percurso em L"*, temos inicialmente um movimento retilíneo, depois um movimento curvilíneo e, na sequência, outro movimento retilíneo. Cada motor está acoplado diretamente nas rodas do robô, a quantidade de rotações que cada motor realiza é a mesma das rodas.

Assim, surgiram os problemas matemáticos relacionados ao contexto desse robô: os estagiários perceberam que bastava conhecer o diâmetro da roda, calcular o seu comprimento e dividir pela distância a percorrer com o robô. O resultado seria o número de rotações do motor, que seria inserido no *software* de programação do robô, com a ferramenta de motor acionada.

Para o movimento retilíneo, eles construíram o modelo matemático $\rho = \frac{D}{\pi d}$, onde ρ é a quantidade de rotações, *D* a distância percorrida e *d* o diâmetro da roda do robô.

Na situação investigada, os dois motores movimentam-se no mesmo sentido. Os estagiários elaboraram a programação a partir dos resultados obtidos com o modelo acima, fizeram os ajustes necessários e com o cabo de USB conectado ao robô e ao computador, transferiram a programação do computador para o robô e este, ao executá-la, efetuou o movimento retilíneo. Podemos observar na Figura 56 uma programação elaborada pelos estagiários, um *modelo matemático/robótico* para representar esses primeiros movimentos do robô *Castor Bot*.

Figura 56 – Modelo matemático/robótico elaborado para o Castor Bot

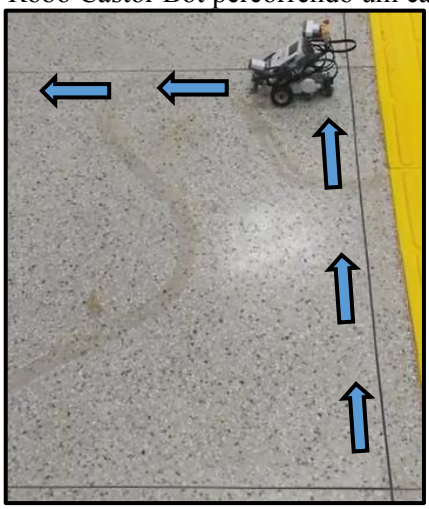


Fonte: Dados da Pesquisa.

Para o movimento curvilíneo, um dos grupos de futuros professores resolveu o problema (Figura 57), escolhendo parar um motor que movimenta uma das rodas e movimentar apenas o outro motor, o que faz com que a outra roda continue em movimento. Essa ação faz com que o robô faça um giro, no caso, de 90°. Nesse caso, o robô descreve uma circunferência, cujas rodas estão, respectivamente, no centro e sobre ela. Assim, para determinar a quantidade de rotações necessárias para programar o robô para executar o giro de 90º, a maioria dos estagiários percebeu que necessitaria conhecer o diâmetro da roda e a medida da largura do robô.

Assim, os cálculos realizados pelos estagiários, apresentados no relatório, foram importantes para compreender a construção do modelo matemático e do pensamento matemático necessário para a ação do robô:

Figura 57 – Robô Castor Bot percorrendo um caminho em L



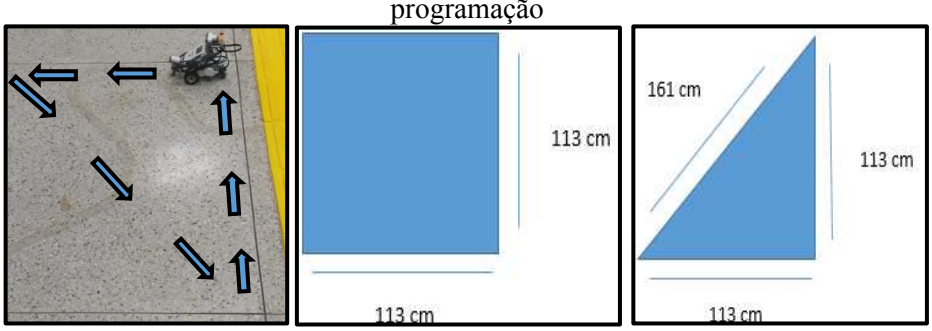
Fonte: Dados da Pesquisa.

> *Para encontramos o raio, medimos da metade de uma roda à outra. E encontramos 11,1 cm. Agora, basta aplicarmos na fórmula:*
> $C = 2\pi R \rightarrow C = 2(3{,}14)(11{,}1\ cm) \approx 69{,}708\ cm$
> *Já que 90° equivale à* $\frac{1}{4}$ *da volta, para sabermos a distância que ele terá que andar (D), usamos a fórmula:*
> $D = \frac{1}{4}\ C \rightarrow D = \frac{1}{4}(69{,}708\ cm) \rightarrow D = 17{,}427\ cm$
> *Para sabermos as rotações necessárias, dividimos D, pelo diâmetro da roda:*
> $Rv = \frac{D}{diâmetro\ da\ roda} \rightarrow Rv = \frac{17{,}427\ cm}{18\ cm} \rightarrow\ Rv = 0{,}9681\ \approx 0{,}97.$
> (Salazar; Stephen Hawking, relatório 2, 2018).

Para a tarefa "*Faça o robô fazer um giro de 45°"*, completando o triângulo, alguns grupos resolveram de forma intuitiva, tomando a metade das rotações do resultado anterior. No caso, um grupo optou por realizar um tipo de movimento diferente do anterior, que também permite ao robô girar, mantendo as duas rodas em movimento[61], ou seja, elas se movimentam em sentidos opostos. Nesse caso, o raio da circunferência é metade do caso anterior, pois as rodas agora situam-se sobre a circunferência. O cálculo para obter a quantidade de rotações necessárias para o robô girar 45° segue o mesmo caminho utilizado na tarefa anterior, agora, considerando o raio como sendo a metade da largura do robô. Para isso, os estagiários fizeram as representações matemáticas, estabelecendo relação entre os conceitos aritméticos e geométricos (Figura 58).

[61] Para maior detalhe sobre o giro dos robôs, ver o trabalho de modelação matemática realizada por alunos da Educação Básica, na pesquisa de Barbosa (2016).

Figura 58 – O percurso do robô no giro de 45° e as figuras geométricas envolvidas para a programação



Fonte: Dados da Pesquisa.

Os estagiários generalizaram o problema para um ângulo qualquer de giro do robô. Para o movimento curvilíneo para um ângulo *g* qualquer, os estagiários apresentaram duas opções: travar uma das rodas e deixar a outra exercendo o movimento ou deixar que as duas rodas se movimentem simultaneamente. Para o primeiro caso, os estagiários elaboraram o modelo matemático, $\rho = \frac{g.e}{d.180}$, enquanto, para o segundo, $\rho = \frac{g.e}{d.360}$, onde ρ são as rotações, *g* os graus que o corpo do robô vai girar, *e* a distância entre as rodas e *d* o diâmetro da roda. A construção dos modelos para o giro do corpo do robô encontra-se detalhada em Barbosa (2016, p. 415) e em Alves *et al.* (2020).

Os grupos de estagiários foram avançando conforme o desenvolvimento de cada grupo, com isso, enfatizamos a autonomia dos futuros professores para serem responsáveis pela construção de seu próprio conhecimento. Ao mesmo tempo, o processo de investigação e elaboração de modelos foi se tornando algo mais natural para eles, pois os modelos matemáticos que permitem os movimentos retilíneos e curvilíneos elaborados foram utilizados em outros contextos, usando outros robôs.

6.3.3 Construindo Modelos Matemáticos/Robóticos com o *Castor Bot* com Sensores

Nas aulas seguintes, o desafio proposto foi acoplar os sensores e programar o robô em situações-problema elaboradas pelos grupos. Com o sensor ultrassônico, o desafio foi identificar obstáculos à frente do robô, chegar no obstáculo e parar.

Os estagiários desenharam no piso da sala, utilizando fita adesiva de pvc, os circuitos para o robô percorrer e se desafiaram a programá-lo para fazer o percurso, utilizando os sensores: ora apenas o de luz, ora o ultrassônico, ora ambos trabalhando juntos. O trabalho foi conduzido pelo interesse dos estagiários em conhecer, em descobrir e explorar o robô.

Nessa investigação matemática com robótica, recaímos no ambiente da Modelagem com

Robótica, percebemos que as questões não estão prontas e elaboradas pelo professor, como comumente ocorre em uma aula tradicional de Matemática. Pelo contrário, nas investigações matemáticas, as "situações são mais abertas – a questão não está bem definida no início, cabendo a quem investiga um papel fundamental na sua definição" (PONTE; BROCARDO; OLIVEIRA, 2003, p. 23). Assim também ocorre nas aulas com robótica educacional, o aprendiz é o protagonista do processo de aprendizagem, ele investiga, explora as possibilidades e elabora as questões que lhe interessa investigar. Desse modo, surgem diferentes problemas, diversas situações "e uma vez que os pontos de partida podem não ser exatamente os mesmos, os pontos de chegada podem ser também diferentes" (PONTE; BROCARDO; OLIVEIRA, 2003, p. 23).

Um exemplo desse fato foi observado em sala, no contexto de programação do robô, utilizando o sensor de luz. Quando a maioria dos grupos estava preocupada em programar o robô para seguir a linha, dois outros grupos utilizaram o mesmo robô com o sensor para realizar uma competição entre os robôs (luta de robôs). O objetivo de aprender a programar o robô utilizando o sensor era o mesmo, mas a situação elaborada pelos dois grupos e a competição que eles criaram, levou-os a um resultado de programação diferente dos demais. Envolveu conhecimentos e aprendizagens específicas, a elaboração de novas hipóteses e novos problemas. Como nos apresenta Maliuk (2009),

> A cada nova hipótese formulada na tentativa de solucionar o problema, o aluno torna-se agente de seu próprio conhecimento e constrói todo o processo de aprendizagem. Baseado em situações por ele mesmo elaboradas, a partir da interação com uma proposta que lhe foi feita, busca a solução e pode avaliar, de imediato, se sua ação foi a mais adequada ou não, com isso aprendendo a aprender. (MALIUK, 2009, p. 42)

No ambiente com robótica educacional, o aprendiz tem oportunidade de conduzir ativamente o processo de aprendizagem, ele não se satisfaz em dar respostas ao problema elaborado pelo professor, cria seus próprios problemas a partir de sua curiosidade de investigar, de explorar e aprender. Assim, ele "tem a oportunidade de significar e, por sua própria ação, re-significar a experiência" (MALIUK, 2009, p. 42-43).

A validação dos matemáticos/robóticos ocorre no momento em que, após elaborados, verifica-se se o robô atende ao solicitado, por exemplo, se desvia do obstáculo ou se segue perfeitamente a linha do piso tátil da sala. Esse é o momento de testar e ajustar a programação do robô. Se o protótipo atingir o esperado, o modelo foi elaborado corretamente e é adequado à situação. Mas e se não funcionar? E se não der certo e o dispositivo não funcionar como é esperado? É o momento de refletir sobre a própria ação e aprender a partir de e com os erros.

> Aqui, errar vai se mostrar uma experiência muitas vezes indissociável do processo de ensino e aprendizagem. Ao analisar os erros, muito mais do que os acertos, estaremos trazendo à tona conhecimentos e relações que não se manifestariam se esperássemos - e desejássemos - apenas as respostas corretas. (MALIUK, 2009, p. 41)

Nesses momentos, os estagiários recorriam ao modelo matemático, refaziam os cálculos e aproximações, realizavam novos testes com a programação, até se aproximarem do nível de perfeição ou exatidão desejada, levando em conta as próprias especificidades e limitações do *kit*. Ao errar e procurar descobrir o porquê do erro, o aprendiz pode elaborar novas estratégias para a resolução dos problemas, e isso pode favorecê-lo a fazer conexões com os conhecimentos prévios e elaborar novos conhecimentos.

6.3.4 Construindo Modelos Matemáticos/Robóticos com a Grua Móvel

No terceiro protótipo trabalhado, elegemos o tema nomeado *Grua Móvel*[62]. O protótipo foi escolhido por possibilitar desenvolver vários conceitos matemáticos. Nesse estudo, o modelo foi sendo elaborado pelos estagiários ao longo do processo de compreensão do funcionamento, funcionalidade e programação do robô *Grua Móvel*. Devido à quantidade de material necessário para o protótipo, a turma de estagiários foi dividida em apenas três grupos.

Primeiramente, aguçamos a percepção dos estagiários para a grua, por meio de vídeos, apresentação em *slides* e pesquisa na *internet,* para que pudessem conhecer a história do objeto real. Apresentamos e comparamos o protótipo com o modelo real, buscando identificar a função do modelo real e possibilitar ao estagiário perceber o robô a ser construído.

Inicialmente, os formadores fizeram uma apresentação em *Power Point*, juntamente com um vídeo sobre gruas. Apresentamos a origem, a finalidade e os vários tipos de gruas. O vídeo apresentava algumas gruas em funcionamento, inclusive gruas móveis, transportando objetos pesados na construção de uma ponte. Com isso, os estudantes puderam perceber as principais características das gruas, a finalidade dessa tecnologia e como ela é utilizada na Engenharia Civil e em outras áreas. Eles puderam identificar a função (limites e potencialidades) do objeto real e comparar com o protótipo:

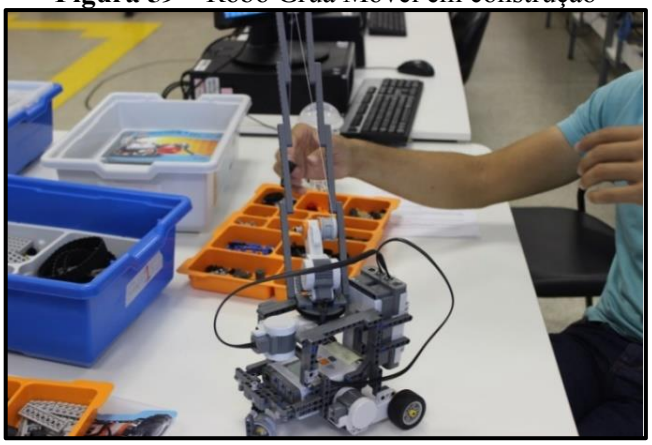
> *Esse robô, a grua móvel, era um protótipo do cotidiano da área da engenharia. Com ele podemos ver em prática algumas situações que ocorre na de verdade. O objetivo geral da aula é entender na prática sobre a questão de conseguir transportar algo pesado de um ponto a outro utilizando um*

[62] GRUA: guindaste tipo torre móvel, tem como objetivo mover cargas tanto na horizontal quanto na vertical.

guindaste. (Anninha, Bru, Noemi, relatório 4, 2018).

Os estagiários seguiram um tutorial-guia para construir o robô (Figura 59). Os próprios estagiários selecionaram, no *kit,* as peças que seriam utilizadas na construção do robô, fazendo as modificações ou adaptações necessárias ao protótipo, durante a construção, pois o tutorial não estava completo e deixava algumas lacunas.

Figura 59 – Robô Grua Móvel em construção



Fonte: Dados da Pesquisa.

Os estagiários puderam compreender o robô sendo construído e identificar a funcionalidade das peças utilizadas na construção. O robô *Grua Móvel* possui em sua estrutura a base, com dois motores que permitem que a grua se mova, e o braço, também com dois motores: um, que permite sua rotação e o outro, que permite que o cabo seja liberado ou recolhido. O cabo utilizado no protótipo é um barbante e, ao final, tem um 'guincho':

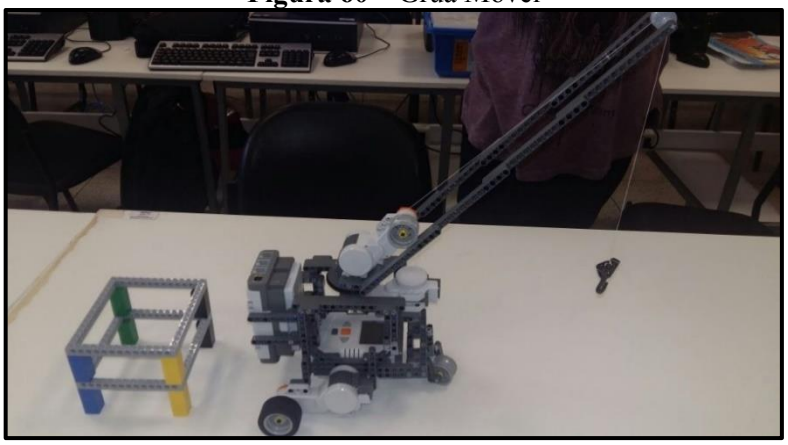
> *uma grua móvel, sua estrutura física foi feita com a junção de dois kits. Algo especial na estrutura é que ele precisa de dois Bricks, para que seja possível fazer uma programação dele andar e movimentar o guindaste.* (Anninha, Bru, Noemi, relatório 4, 2018).

Os estagiários passaram a compreender os limites e potencialidades do protótipo, perceber os tipos de movimentos possíveis para o robô. No caso da *Grua Móvel*, algumas ações esperadas: movimentar para a frente e para trás (movimento retilíneo), virar (movimento curvilíneo), liberar o cabo do guindaste, recolher o cabo do guindaste, girar o braço, etc. Os estagiários perceberam que os modelos matemáticos elaborados para o *Castor Bot* realizar os movimentos retilíneo e curvilíneo também representavam os movimentos da grua, uma vez que as estruturas utilizadas para a construção da base desses robôs se assemelham.

Nessa fase do processo de Modelagem, os estagiários identificaram situações-problema

que poderiam ser formuladas em torno do robô *Grua Móvel* (Figura 60). Várias questões foram apontadas, como: (1) *programar o robô para andar em linha reta e virar*; (2) *programar o robô para pegar um objeto de um local e levar até outro;* (3) *peso máximo suportado pelo guindaste;* (4) *limite do tamanho do braço*; (5) *ponto de ruptura do cabo (linha)*; (6) *a máxima velocidade do guindaste*; (7) *programação para que o robô seja seguro*.

Figura 60 – Grua Móvel



Fonte: Dados da Pesquisa.

Algumas situações-problema citadas acima foram exploradas pelos estagiários. Mais detalhes na elaboração dos modelos matemáticos para o movimento retilíneo e curvilíneo da *Grua Móvel* foram discutidos em Souza *et al.* (2019).

Os estagiários passaram a programar a grua para se movimentar numa superfície plana. Para isso, construíram o modelo de programação para o robô deslocar 70 cm em linha reta, virar 90° para a direita e andar 28 cm em frente, utilizando rotações. Nesse caso, utilizando os modelos matemáticos referidos, os estudantes observaram que, para o deslocamento de 70 cm, o robô iria andar para a frente por 5 rotações, numa potência dos motores em 100 (escolha dos estudantes).

Para o robô fazer a curva, com um dos motores desligados, encontraram 2,2 rotações, mantendo uma potência de 50 para que a curva fosse mais segura. Após os experimentos com a grua, perceberam que ela conseguiu realizar uma curva de 90° aproximadamente. E para deslocar 28 cm seriam necessárias 2 rotações. Assim, o modelo matemático/robótico para esses três movimentos: retilíneo, curvilíneo e retilíneo é (Figura 61):

Uma outra situação-problema investigada foi programar a grua para virar o braço para a esquerda, liberar o cabo, acoplar uma viga ao guincho (ação realizada manualmente, como no caso das gruas reais, os trabalhadores da obra desempenham essa função), elevar a viga e levá-la até o último andar de um edifício (construído com as vigas do *kit*). Ao resolver o problema

do giro do braço do robô, os estagiários perceberam que o modelo matemático elaborado para o movimento curvilíneo também modelava essa situação.

Figura 61 – Programação para movimentar a Grua Móvel



Fonte: Dados da Pesquisa.

Os dados da programação para a rotação do braço – baixar e erguer o guincho e voltar o braço – são, respectivamente, a sequência lógica de movimento de dois motores que têm função de girar o braço e fazer erguer/baixar o cabo do guindaste. A programação feita pelos estagiários seguiu a seguinte lógica: (1) girar o braço para a direita, 0,3 rotações com força 45; (2) baixar o cabo até o objeto, 3,5 rotações, força 25; (3) subir o cabo até o limite, 3,5 rotações, força 25 (inverso do passo 2); e (4) girar o braço para a posição original, 0,3 rotações, força 45.

Devido às especificidades de construção desse protótipo, foi necessário utilizar quatro motores: dois, responsáveis pelo deslocamento da *Grua Móvel* e outros dois, para o movimento do braço do guindaste. Contudo, cada *Brick* NXT possui apenas três portas de entrada para motores, logo, foi necessário incluir dois *Bricks* no protótipo. Cada um dos *Bricks* ficou responsável por uma tarefa distinta: um *Brick* move a grua (movimento retilíneo ou curvilíneo) e outro *Brick* move o braço da grua.

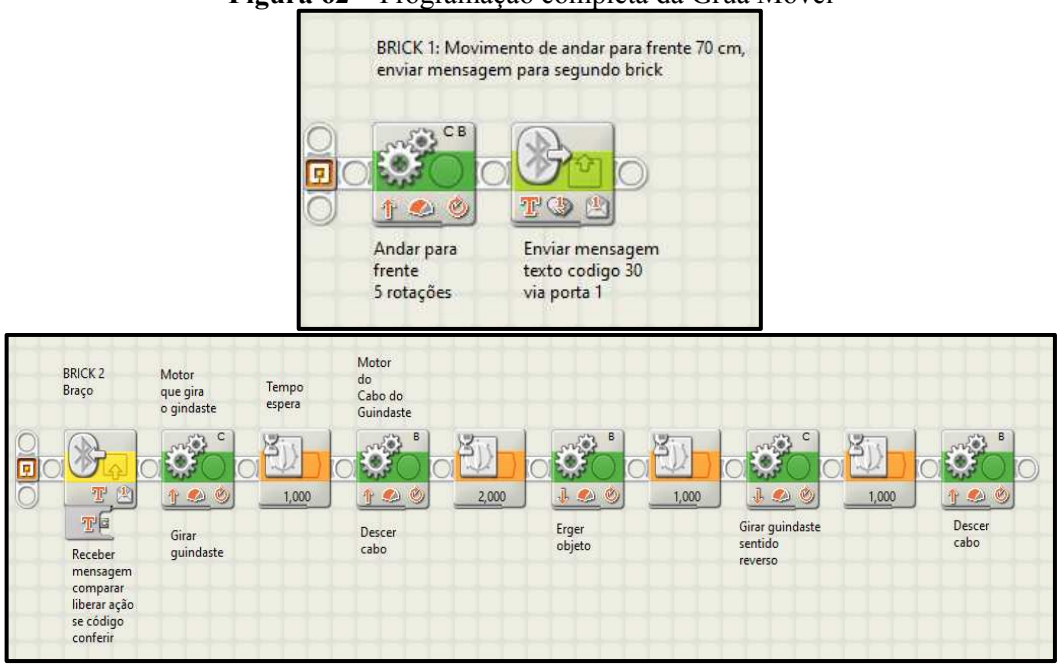
Esse fato levou os grupos de estagiários a escolherem caminhos variados para a programação das ações do robô e, portanto, obterem modelos matemáticos/robóticos diferentes para a mesma situação-problema. Dois grupos utilizaram a variável tempo para sincronizar as ações dos dois *Bricks*. Os *Bricks* foram acionados simultaneamente, enquanto o primeiro *Brick* executava a ação do movimento da grua, o segundo, ficava em *stand by*. Para obter esse tempo de espera foi preciso realizar vários testes com a grua.

O terceiro grupo de estagiários, ao perceber a dificuldade em sincronizar os *Bricks*, decidiu explorar a conexão do computador e *Bricks,* via bloco de programação *Bluetooth*. Com isso, esse grupo buscou outra forma de programação do robô e, portanto, obteve um modelo matemático/robótico diferente do obtido pelos outros dois grupos. Esse modelo é mais eficiente

no sentido de que os *Brick* são pareados. Ao finalizar a programação do primeiro *Brick* - mover a grua - o robô inicia a programação do segundo *Brick* – mover o braço – sem necessidade de determinar tempo de espera entre a ação de um e outro *Brick*.

Nessa situação, a mensagem que um *Brick* enviará é um número (30), ou seja, o outro *Brick* deve receber essa mensagem, caso contrário ele não acionará. Essa programação deve vir no final da programação principal, pois é a etapa de informar ao outro *Brick* que deve iniciar sua programação. Esse número é um código, que evita a interferência de outros dispositivos *Bluetooth.* No outro *Brick,* o primeiro bloco é que recebe a comunicação, valida o código e libera a execução do resto da programação (Figura 62).

Figura 62 – Programação completa da Grua Móvel



Fonte: Dados da Pesquisa.

Como refere Meyer (2020, p. 162), “quando a Modelagem é bem feita, é inevitável aprender mais sobre o fenômeno modelado, permitindo-nos voltar às hipóteses de simplificação do modelo e refazê-las de modo melhor”. Foi o que ocorreu com essa proposta de programação do terceiro grupo, eles buscaram novas alternativas, novos blocos de programação, para melhorar a representação do fenômeno investigado. À medida que os experimentos com o robô eram realizados, os estagiários percebiam a necessidade de pesquisar novas formas de programar esse robô para que ele atendesse melhor ao esperado, como foi o caso da programação via *Bluetooth*.

Esse momento permitiu aos estagiários comparar os resultados obtidos com os resultados dos demais grupos. Perceberam que os caminhos escolhidos pelos outros grupos

levaram a respostas diferentes às mesmas questões. O compartilhamento dos resultados entre os grupos favoreceu aos estagiários 'significar' o modelo elaborado e, ainda, a identificar possíveis melhorias no modelo, ou seja, na programação. Foi o momento em que expressaram o processo envolvido no modelar, por meio de um relatório sobre o experimento e/ou apresentação oral para a turma.

Durante essa pesquisa, os estagiários do terceiro grupo apresentaram à turma o processo de pareamento dos *Bricks,* utilizando o bloco de programação *Bluetooth*. Esse bloco de programação era novidade para a maioria dos estagiários. Os grupos também relataram por escrito seus feitos de Modelagem, ressaltando o que aprenderam durante o processo.

6.3.5 (Re)Construindo Modelos Matemáticos/Robóticos com o Relógio Analógico e a Cobra Cascavel

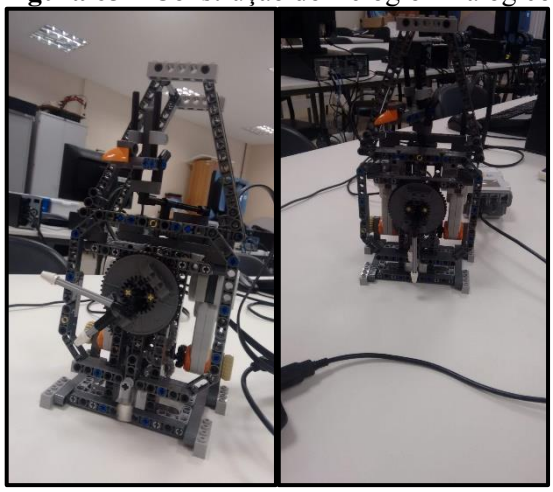
O quarto protótipo proposto pelos formadores foi o Relógio Analógico, tendo como base a pesquisa de Silva (2014). Silva (2014), em sua pesquisa de mestrado, explorou a matemática existente no processo de acoplagem e funcionamento das engrenagens de um relógio analógico, com a finalidade de ensinar a função linear para alunos de Ensino Médio. Inicialmente, o protótipo foi apresentado aos estagiários na primeira palestra do *Workshop,* por um pesquisador convidado, vinculado ao IMTec da UFG. Em sua fala, ele desenvolveu, em linhas gerais, o trabalho realizado por Silva (2014), seu orientando de mestrado. A partir dessa palestra, os estagiários construíram e programaram o relógio analógico. Os estagiários foram seguindo a investigação matemática desenvolvida pelo pesquisador à medida que avançavam na programação do protótipo.

O relógio analógico (Figura 63) foi muito apreciado pelos estagiários devido às inúmeras possibilidades de explorar e investigar matematicamente. Segundo os estagiários, é um protótipo que desafia tanto na construção, na programação, quanto na investigação matemática:

> ***Anninha****: Eu gostei bastante do relógio. Eu adorei o relógio, foi a programação e a montagem mais diferente que teve. As engrenagens, foi o robô que a gente fez com engrenagens. Foi uma coisa diferente. E o cuco, né, o cuco dele fica girando. Programar o cuco para girar na hora certinha. Eu gostei. E tive várias ideias com o relógio, quando eu montei o relógio.*
> ***Bru***: *Olha, eu gostei do que mais deu trabalho, foi o relógio. Quando você pega um robô, o relógio de LEGO e monta ele, você fala: nossa, eu montei um relógio de LEGO! Então, no relógio tem Matemática, no relógio eu posso calcular isso, aquilo. E quando aquele robô te dá um trabalho a mais para*

> *você montar e a hora que você acaba ele e você fala: nossa, eu consegui, eu cheguei no meu objetivo, eu tinha um objetivo traçado, eu consegui concluir ele. Então, para mim, foi o melhor robô. Nós estudamos a questão de grau dos ponteiros, de ângulo, figuras geométricas que estavam envolvidas nele, a questão do bonequinho, do cuco. De tantos em tantos segundos, ele sai. Porque que de tanto em tanto segundo ele tem que sair? Então, tudo isso foi estudado sobre aquele robô.*
> ***Linda**: Ah, o relógio eu nunca tinha montado, achei bem bacana a montagem, a gente fica olhando... O relógio em si, por causa das engrenagens, é uma coisa muito interessante. Na hora que a gente montou ele, nossa! O relógio foi eu e o Rogério, eu acho. Eu fiquei muito, tipo, olhando as engrenagens, é muito interessante o funcionamento das engrenagens.*
> ***Stephen Hawking**: Porque o relógio utiliza um sistema de engrenagens um pouco complexo, né? E antes, no Matemática em Ação [projeto de extensão realizado pela universidade do qual o estagiário faz parte], eu já passei para eles [alunos do projeto] uma tarefa usando engrenagens. Só que eram aquelas engrenagens compostas simples, tipo, o básico. Aí, depois que eu vi aquilo lá, eu falei assim: cara, eu posso tentar utilizar esse robô com eles, tipo, tentar fazer com que eles aprendam mais coisas sobre as engrenagens.*
> (Entrevistas).

Figura 63 – Construção do Relógio Analógico



Fonte: Dados da Pesquisa.

O relógio foi escolhido para entrar na lista de protótipos construídos porque acreditávamos no potencial desse robô, conforme foi levantado pelos comentários dos estagiários. Além disso, a investigação matemática realizada pelo pesquisador Silva (2014) abria possibilidades para despertar a criatividade dos estagiários, no momento de selecionar os robôs para a fase do estudo de aula. O trabalho com esse protótipo permitiu que os estagiários repetissem os passos seguidos pelo pesquisador, na construção dos modelos matemáticos, que recaíram no uso das funções de 1º grau.

Os estagiários não se limitaram a estudar apenas os protótipos propostos pelos formadores, mas por iniciativa própria, construíram, programaram e exploraram outros robôs

de interesse próprio, como é o caso do robô Cobra Cascavel[63] (Figura 64).

Figura 64 – Cobra Cascavel construída por Rogério



Fonte: Dados da Pesquisa.

Essas atividades de Modelagem Matemática & Robótica Educacional foram importantes para que os estagiários pudessem conhecer melhor o processo de ensino e aprendizagem da matemática. Segundo um deles:

> ***Stephen Hawking****: Se a gente pegar um robô e pensar como a gente pode trabalhar a matemática, usando aquele robô, a gente vai tá investigando questões em que, antes, a gente passava só a teoria, né? Ali eles vão estar vendo aquela teoria em prática.* (Entrevista)

Diante do exposto pelos estagiários, podemos inferir que cada protótipo trabalhado em sala, nesse momento de preparação para o estudo de aula, contribuiu de alguma maneira para a sua formação, para a aprendizagem sobre a robótica e, principalmente, sobre a investigação matemática e elaboração de modelos. As aprendizagens dessa fase contribuíram para o planejamento e a condução do estudo de aula, seja nas ideias, nas possibilidades de exploração matemática, seja nas oportunidades de aprendizagem na construção e programação dos protótipos.

6.4 CONJECTURANDO MODELAGEM MATEMÁTICA & ROBÓTICA EDUCACIONAL

Em nosso trabalho com robótica educacional incentivamos que os estagiários se envolvessem no processo de aprendizagem, colocando-se na posição de alunos da Educação Básica, utilizando conteúdos matemáticos que estão disponíveis para esses alunos na resolução das situações-problema. Durante o processo de resolução de tarefas por meio da investigação matemática em situações contextualizadas ou situações da realidade recaímos na construção de

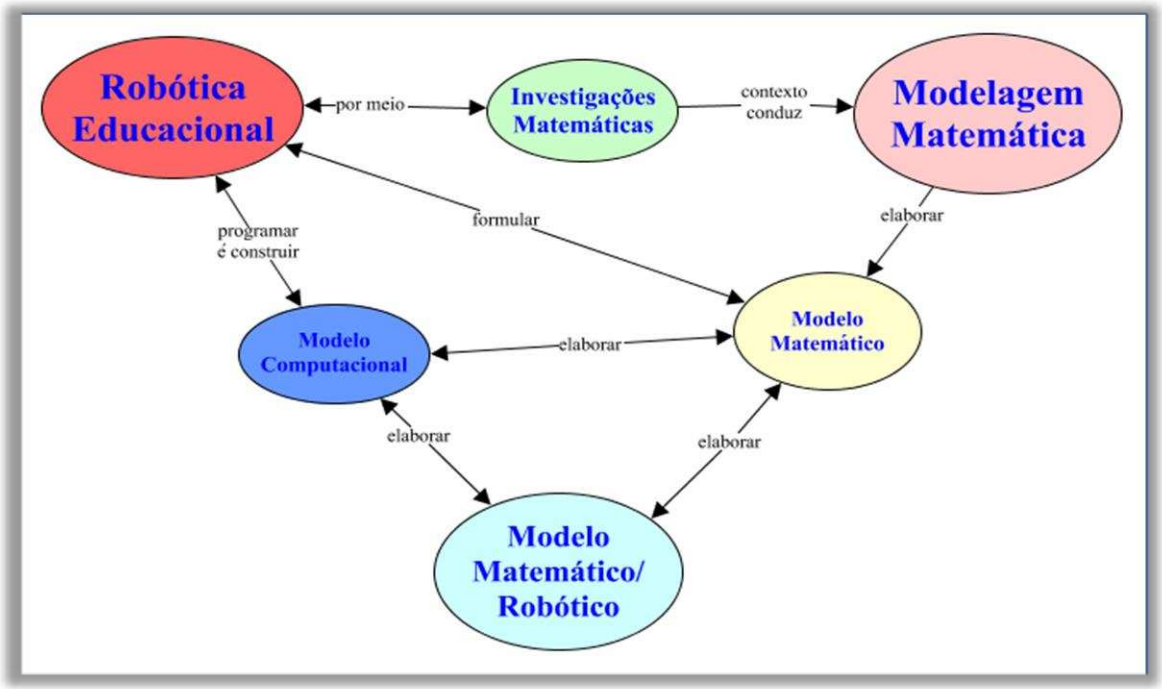
[63] Montagem livre disponível no *site* https://www.nxtprograms.com/rattlesnake/steps.html

modelos matemáticos. Embora trabalhar com Modelagem Matemática, não tenha sido um objetivo desta pesquisa, ao trabalhar com as investigações matemáticas, na perspectiva de Ponte, Brocardo e Oliveira (2003), no contexto da robótica educacional, os estagiários construíram diferentes modelos matemáticos nas concepções de Bassanezi (2004, 2015); Biembengut e Hein (2018); Biembengut (2014, 2016); Meyer, Caldeira e Malheiros (2011).

Construímos uma prática pedagógica com foco no desenvolvimento do 'pensamento matemático e científico' de estagiários, a partir das investigações matemáticas no contexto da robótica, e conseguimos perceber uma proposta de integração entre Modelagem Matemática & Robótica Educacional. Essa atividade experimental contou com a participação, como já dissemos, de dezesseis estagiários. Eles realizaram o processo de Modelagem utilizando-se, também, de três robôs, o *Castor Bot*, a *Grua Móvel* e o *Relógio Analógico*.

Os estagiários colocaram-se na posição de alunos aprendizes da Robótica Educacional por meio de atividades investigativas de Matemática com Robótica. Essas aulas investigativas de Matemática com Robótica nos conduziram a trilhar o campo da Modelagem e, assim, pudemos desenvolver um trabalho educativo com Modelagem Matemática. A Figura 65 mostra nossa concepção de como as áreas interagem na obtenção do *modelo matemático/robótico.*

Figura 65 – Interação entre as áreas na obtenção do modelo matemático/robótico



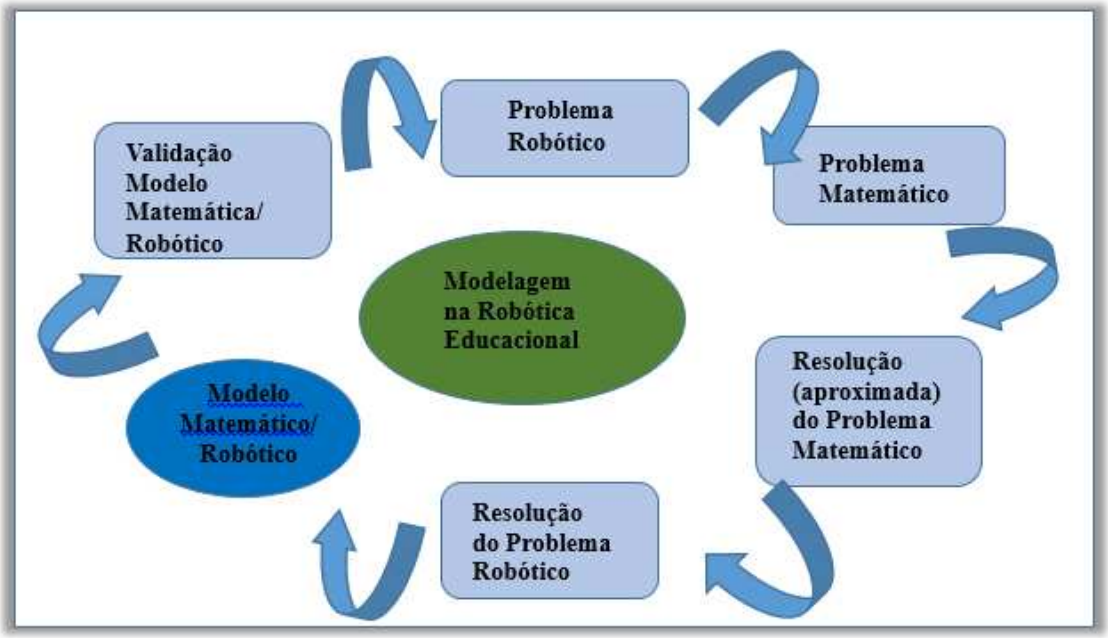
Fonte: Elaborada pela Pesquisadora.

O modo como compreendemos o problema conduziu todo o processo de Modelagem Matemática. Geralmente, quando trabalhamos com Robótica Educacional, os problemas são

mal estruturados, podem gerar múltiplos caminhos para solucioná-los e a resposta também não é única. Cada estagiário ou grupo de estagiários, escolheu ou estabeleceu os caminhos para resolver os problemas robóticos. A partir dessas escolhas, os problemas matemáticos surgiram e modelos matemáticos foram elaborados para atender às variáveis da programação. Em nossa percepção, a programação é uma junção do modelo matemático, que representa o fenômeno, e o *modelo computacional,* que permite os movimentos e ações do robô. Assim, percebemos que existe uma aproximação entre esses dois pensamentos, entre esses dois modelos, o *modelo computacional* se sustenta numa base teórica matemática, tradução do modelo matemático, o qual designamos *Modelo Matemático/Robótico*.

A Modelagem Matemática & Robótica Educacional desenvolvida nesta pesquisa seguiu os passos descritos na Figura 66, num movimento cíclico de ir e vir, de avançar e recuar na busca pela validação dos modelos obtidos.

Figura 66 – Esquema do processo da Modelagem Matemática & Robótica Educacional



Fonte: Elaborada pela Pesquisadora.

Entendemos que o trabalho educativo com Robótica Educacional pode possibilitar um processo de aprendizagem matemática com a Modelagem de forma diferenciada, possibilitando ao estudante um papel de protagonista do seu desenvolvimento intelectual, cultural, científico e tecnológico. Acreditamos que a Modelagem Matemática e a Robótica Educacional podem ser úteis aos estudantes na percepção da beleza, da importância e da riqueza da Matemática e das Ciências.

Como essa fase de aprendizagem da Robótica também tinha como intuito preparar os

estagiários para a fase do Estudo de Aula, optamos por avançar em conceitos matemáticos voltados para o Ensino Médio. Os conceitos envolvidos dependeram dos robôs escolhidos. Com a Modelagem Matemática, desenvolvemos o pensamento matemático do aluno e, com a Robótica Educacional, o pensamento computacional, em que a Modelagem Matemática & Robótica Educacional é a integração do modelo matemático ao modelo matemático/robótico.

Ademais, a experiência propiciou à maioria inteirar-se da Modelagem e da Robótica como recursos para o ensino de Matemática. Entendemos que essa forma de abordar os conteúdos programáticos – integrada à Robótica Educacional – pode instigar o querer saber de cada um dos futuros professores e, assim, instigar o querer Ser para Contribuir.

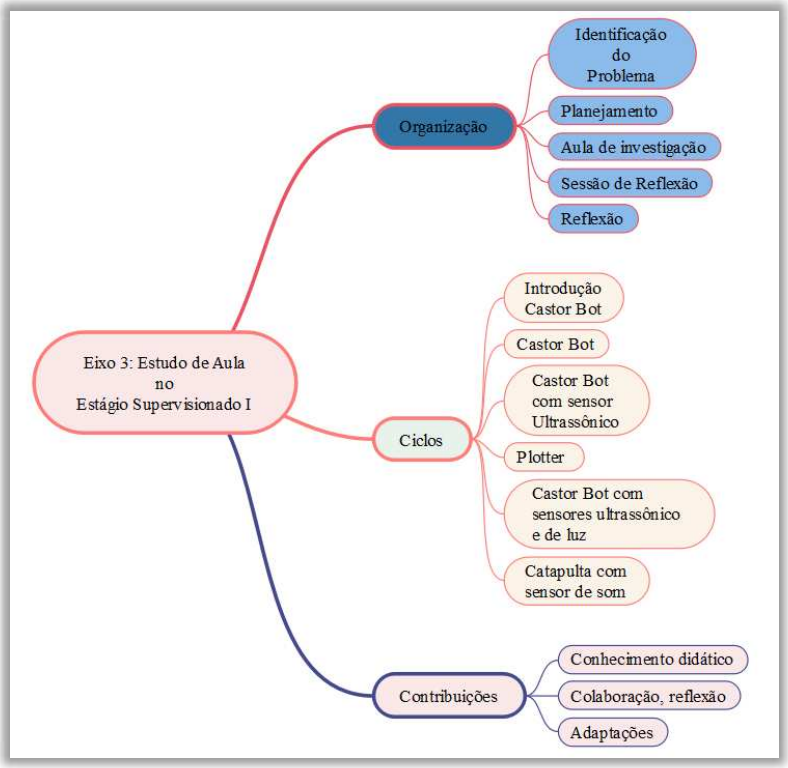
Essa foi nossa primeira aproximação da Modelagem Matemática & Robótica Educacional. Precisamos avançar nessa concepção, desenvolver mais experimentos, melhorar nossa compreensão a respeito desse conceito. Um apontamento da nossa pesquisa é que o grande desafio é encontrar o modelo, ou seja, encontrar os problemas que conduzem aos modelos matemáticos, consequentemente, aos modelos matemáticos/robóticos.

Na próxima seção analisamos o planejamento e a implementação do estudo de aula: o planejamento, as aulas de investigação e as reflexões. Discutimos as adaptações realizadas no processo de estudo de aula para atender às especificidades do ROBOMAT e do público participante, além da compreensão dos modos como os futuros professores se envolveram nesse processo de desenvolvimento profissional.

7 O ESTUDO DE AULA NO ESTÁGIO SUPERVISIONADO I

Nesta seção apresentamos como foi organizado o estudo de aula durante as aulas de Estágio Supervisionado I: o planejamento, as aulas de investigação e as sessões de reflexão. Para isso, o grupo planejou e desenvolveu um curso de robótica, projeto de extensão ROBOMAT, para alunos do Ensino Médio que vieram acompanhados do professor supervisor da turma. Ainda mostramos as adaptações realizadas no processo de estudo de aula para atender às especificidades do ROBOMAT e do público participante, além da compreensão dos modos como os futuros professores se envolveram nesse processo de desenvolvimento profissional. Por fim, analisamos os resultados da implementação do estudo de aula na disciplina (Figura 67).

Figura 67 – Mapa do terceiro eixo de análise



Fonte: Elaborada pela Pesquisadora.

7.1 A ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO DE AULA: NECESSIDADE DE ADAPTAÇÕES

Ponte (2012) argumenta que os professores aprendem a partir das suas práticas e da reflexão que fazem sobre ela. Segundo Quaresma e Ponte (2019, p. 370), “num estudo de aula,

a aprendizagem profissional foca-se no questionamento dos professores sobre a aprendizagem, o ensino e a prática de sala de aula". Com relação ao questionamento dos professores,

> articulam dois aspectos essenciais, primeiro, reconhecer uma questão a investigar, pela identificação de algum aspecto problemático do ensino e, em segundo lugar, através de um processo de pesquisa, procurar soluções ou novas formas de compreender o problema identificado. Vista nesta perspectiva, a reflexão é essencial para o desenvolvimento dos professores porque gera conhecimento baseado na prática. (QUARESMA; PONTE, 2019, p. 370)

A nossa questão de investigação era como implementar a robótica educacional no processo de ensino-aprendizagem da Matemática. Vamos apresentar a organização do estudo de aula para compreendermos como se deu esse trabalho. Devido ao contexto, à complexidade do tema, ao material disponível, à quantidade de participantes, foram realizadas algumas adaptações ao estudo de aula. O movimento de adaptação foi fruto do coletivo participante, cujas sessões do estudo de aula foram traçadas sob o entendimento da valorização dos conhecimentos adquiridos e desenvolvidos pelos futuros professores de Matemática, ao longo de suas experiências, seja com robótica educacional e/ou com ensino, de modo que possibilitasse que eles fossem protagonistas de todo o seu processo de formação, além de atender às necessidades evolutivas dos mesmos e dos alunos participantes do ROBOMAT.

De acordo com Ponte (1994, 1998) e Marcelo (2009), os professores são sujeitos que aprendem durante sua prática docente, devem ser protagonistas do seu desenvolvimento profissional e construir seu conhecimento. O papel dos formadores foi o de conduzir todo o processo, propiciar os meios para que o projeto acontecesse, ajudar quando solicitados, dar sugestões em questões mais críticas, porém, na maior parte do tempo, as decisões foram tomadas em grupo, valorizando, portanto, o aspecto colaborativo do processo.

O estudo de aula foi realizado em 12 ciclos interativos, de tal modo que, finalizado um ciclo, iniciava-se outro. Cada ciclo orientou-se pelos cinco passos descritos abaixo (Figura 68):

Identificação do problema: Os participantes tinham um objetivo comum: ensinar Matemática para alunos de 1ª e 2ª séries do Ensino Médio, tendo como ferramenta a robótica educacional. Para viabilizar o desenvolvimento do trabalho, os estagiários foram divididos em duplas ou trios – os quais denominamos de subgrupo. Cada subgrupo pesquisou e escolheu um robô, construiu, aprendeu sobre suas funcionalidades e a programação, identificou os conceitos matemáticos que seriam abordados com este robô.

Planejamento da aula de investigação: O planejamento do estudo de aula de duas formas: nos subgrupos e com o grupo todo.

Figura 68 – Ciclo do estudo de aula



Fonte: Inspirada em Quaresma (2018), Quaresma *et al*. (2014) e Ponte (2017).

Durante os meses de junho e julho, as aulas da disciplina foram voltadas à primeira fase de planejamento das aulas de investigação. Inicialmente, foi solicitado que cada estagiário pesquisasse um robô, um protótipo de seu interesse, elaborasse tarefas para executar com ele e apresentasse para o grupo a sua proposta de aula. Vale observar que, muitas vezes, a imagem do robô está disponível numa revista ou num sítio na *internet*, algumas vezes tem-se o passo a passo para a sua construção, mas isso não implica dizer que a revista ou o sítio apresenta a forma de como utilizar essa tecnologia como ferramenta na sala de aula e, muito menos, como envolver os conteúdos curriculares da Matemática nos desafios. Os próprios estagiários tiveram que criar suas tarefas, embasados nas primeiras aulas que participaram durante a *Experimentação*, nos estudos e reflexões realizados durante o *Estudo Teórico*, nas palestras do *Workshop*, ou em alguns casos, nas experiências pretéritas, nos projetos que participaram na universidade. É importante ressaltar que toda a fase preparatória, no início da disciplina, foi fundamental para que os estagiários desenvolvessem uma fluência tecnológica em robótica educacional, para que o estudo de aula pudesse acontecer, a partir do ROBOMAT.

Assim, os subgrupos decidiram a melhor ideia e escolheram o robô com o qual se sentiam mais seguros para trabalhar. Definido o robô, cada subgrupo deveria construí-lo, testar

as programações, as limitações e possibilidades do mesmo. Os estagiários foram orientados a elaborar tarefas abertas, que possibilitassem a investigação matemática a partir do protótipo escolhido. Na sequência, deveriam testar essas tarefas para ver se tudo funcionava conforme planejado, ou seja, se o robô executava as ações esperadas. Muitas vezes, as ideias, algumas sugestões para as tarefas pareciam interessantes, mas ao realizar os testes com o robô, os estagiários chegavam à conclusão que algumas não eram exequíveis, ou que deveriam ser adaptadas, ou o protótipo não permitia realizar aquele tipo de ação. O professor orientador de estágio distribuiu várias revistas[64] para que os estagiários pudessem pesquisar além do *site* da revista[65], que disponibiliza várias montagens livres e sugestões de programação para diferentes robôs. Os formadores iam aos subgrupos, ouviam suas ideias, faziam sugestões e, por fim, cada subgrupo de estagiários deveria finalizar a escrita do seu plano de aula, elaborar suas tarefas, para que pudesse discutir no grupo todo.

Seguindo as orientações para o estudo de aula (PONTE *et al.*, 2015; PONTE *et al*., 2016; QUARESMA, 2018; QUARESMA; PONTE, 2017), todo o grupo foi conduzido a refletir coletivamente sobre o planejamento dessas aulas: a estrutura das aulas; a coerência na sequência das mesmas; avaliação tanto do conteúdo matemático quanto do conteúdo de robótica que seria trabalhado em cada aula; as tarefas propostas e a ordem destas em cada aula; prever as dificuldades dos alunos para cada tarefa e o tempo para a execução das mesmas. Após várias rodadas de apresentações e discussões nos subgrupos, foi organizado um cronograma para as aulas, para todos os participantes, levando-se em conta o grau de dificuldade na construção e na programação do robô de cada proposta. **Refinamento do planejamento da aula seguinte:** A partir da segunda aula de investigação, após a reflexão sobre a aula anterior, a equipe analisava e refinava o planejamento da aula seguinte a partir das observações e reflexões sobre as aulas anteriores.

Aula de investigação: Devido à extensão da aula, ficou decidido que cada subgrupo de estagiários seria responsável por ministrar a(s) aula(s) de investigação, enquanto os demais seriam observadores e monitores. A partir da segunda aula de investigação, devido aos constrangimentos observados em sala, na primeira aula (serão detalhados mais adiante), o grupo decidiu se dividir em dois: um, que acompanharia a aula de investigação em acontecimento (subgrupo responsável pela aula mais cerca de cinco estagiários observadores e monitores) e o outro, que estaria no laboratório ao lado (subgrupo responsável pela próxima aula de

[64] Essas revistas foram adquiridas juntamente com os *kits* e estão disponíveis no laboratório da instituição coparticipante.
[65] nxtprograms.com.

investigação mais cerca de cinco estagiários colaboradores, observadores e monitores). Cada aula de investigação teve a duração de 4 horas/aula, exceto as 5ª e 6ª aulas, que tiveram a duração de 2 horas/aula. Ao final do estudo de aula, totalizou 44 horas/aula. Os formadores acompanharam e observaram as aulas, porém, a responsabilidade de conduzir o processo de ensino-aprendizagem aos alunos da Educação Básica foi dos estagiários.

Sessão de reflexão: Após cada aula de investigação, os participantes do estudo se reuniam para discutir o que foi observado durante a aula: as aprendizagens dos alunos, suas dificuldades, os processos elaborados por eles; os avanços e progressos de cada aluno; as tarefas realizadas por eles, o que funcionou e o que não funcionou durante a aula, as mudanças necessárias, para uma hipotética recondução da aula. A reflexão ocupou um lugar de destaque durante a realização do estudo de aula, pois é a partir da reflexão, que o futuro professor pode observar uma determinada situação, propor ações, avaliar os resultados e sugerir novas ações para solucionar a situação ou questão, e assim, procurar melhorar sua prática e o processo de aprendizagem de seus alunos (QUARESMA, 2018). As sessões de reflexão tiveram a duração de 1h30min cada uma. As sessões de reflexão geralmente foram conduzidas pelo professor orientador de estágio e com a intervenção da pesquisadora.

Reflexão: Na conclusão do(s) ciclo(s) de estudo de aula de um subgrupo, todos os estagiários consolidavam suas observações e reflexões em um relatório parcial[66], geralmente elaborado pelos mesmos estagiários dos subgrupos de trabalho, nos quais incluíam as suas análises e reflexões e também as do grupo, as mudanças necessárias na aula e suas compreensões acerca das aprendizagens dos alunos. No término da disciplina, eles elaboraram o relatório final de estágio, que serviu para analisar e consolidar todas as ações realizadas e as aprendizagens desenvolvidas durante o ano letivo. Foi um espaço para que estagiários novamente refletissem sobre as ações executadas no decorrer de todo o ano letivo. Além dos relatórios, cada subgrupo produziu um artigo incluindo a sua proposta de aula, as tarefas e suas aprendizagens. Alguns artigos chegaram a ser publicados e apresentados na forma de comunicação oral em eventos científicos locais.

Ao longo desta seção, procuraremos responder: *Como foram elaborados os projetos de estágio utilizando aulas de cunho exploratório com robótica para o processo de ensinar e aprender a Matemática? Como os futuros professores de Matemática apreendem a complexidade da prática docente, a partir dos estudos de aula de Matemática com robótica educacional?* Cada subgrupo desenvolveu um projeto, com objetivo distinto dos demais. Cada

[66] Foi solicitado um relatório parcial para o trabalho de cada subgrupo. Ao final, totalizaram seis relatórios parciais.

subgrupo realizou um, dois ou três ciclos de estudo de aula (PONTE *et al.*, 2015; PONTE *et al*., 2016; QUARESMA, 2018; QUARESMA; PONTE, 2017) (Quadro 8).

Quadro 9 – Subgrupo, respectivos componentes e quantidade de ciclos

Subgrupo	Estagiários	Quantidade de ciclos
1	Luana Júlia[67], Neném e Thiago	1
2	Larissa, Salazar e Stephen Hawking	2
3	JPC e José	2
4	Anninha, Bru e Noemi	3
5	Linda e Rogério	2
6	Leka, Kitty e Yoda	2

Fonte: Elaborado pela Pesquisadora.

A proposta inicial era que os subgrupos conduzissem a mesma quantidade de aulas, o que não foi alcançado, tendo em vista alguns motivos, como a escolha do tema e do robô para a aula, o tempo gasto pelos alunos para realizar as tarefas propostas e imprevistos que atrasaram o andamento ou impossibilitaram a realização de algumas aulas na data prevista (como o uso dos *kits* por outros grupos de pesquisa em robótica, falta de energia na instituição, feriados nas duas cidades envolvidas e provas escolares). Ficou acertado que, ao final da primeira série de aulas, seria realizada uma nova rodada, em que os subgrupos que ficaram com poucas aulas, conduziriam novas aulas, mas isso também não foi possível devido aos motivos expostos.

Após definidos o protótipo, as tarefas e os conteúdos matemáticos, a atribuição dos estagiários de cada subgrupo foi consolidar o planejamento da(s) sua(s) aula(s) - depois das análises e contribuições dos colegas - compartilhar com o grupo o material utilizado na aula, conduzir e observar as aulas de investigação de sua responsabilidade. A função dos estagiários, que seriam observadores-monitores, era aprender a construir, programar e realizar as tarefas para os protótipos das aulas que acompanhavam, auxiliar os alunos durante as aulas, observar e registrar suas observações para discussão durante as sessões de reflexão.

Na subseção seguinte procuramos apresentar o planejamento, as aulas de investigação conduzidas pelos subgrupos e as sessões de reflexão de cada aula de investigação. O Quadro

[67] Alguns estagiários optaram por utilizar os próprios nomes, enquanto outros escolheram nomes fictícios, com a intenção de preservar suas identidades.

10 resume as principais informações: dias das aulas de investigação, subgrupos responsáveis pelas mesmas, observadores-monitores de cada aula, o robô e os principais conteúdos matemáticos trabalhados em cada grupo de aulas.

Quadro 10 – Identificando os estagiários, observadores, robôs e conteúdos matemáticos

Aulas	Dia	Subgrupo	Observadores Monitores	Robô	Conteúdos Matemáticos	Carga horária (44 horas/aula)
1ª	10/08/18	Luana Júlia, Neném e Thiago	Todos	*Castor Bot*	Operações básicas, sistema métrico de medida (unidades de comprimento e tempo)	4 h/aula
2ª e 3ª	17/08/18 e 24/08/18	Larissa, Salazar e Stephen Hawking	Anninha, JPC, Kitty, Linda, Yoda e Thiago	*Castor Bot*	Operações básicas, sistema métrico de medidas (medidas de comprimento e conversões), comprimento da circunferência, Regra de três simples e proporções	8 h/aula
4ª e 5ª	31/08/18 14/09/18[68]	JPC e José	Rogério, Leka, Linda, Kitty, Larissa, Neném, Stephen Hawking	*Castor Bot* adaptado com sensor ultrassônico	Idem aulas anteriores	6 h/aula
6ª, 7ª e 8ª	14/09/18[3], 21/09/18 e 28/09/18	Anninha, Bru e Noemi	José, JPC, Kitty, Leka, Luana Júlia, Salazar, Stephen Hawking, Yoda	*Plotter*	Geometria Plana: figuras planas, polígonos regulares e irregulares e nomenclatura, área e perímetro	10 h/aula
9ª e 10ª	05/10/18 e 26/10/18	Linda e Rogério	Anninha, Luana Júlia, Noemi, Stephen	Carro adaptado com sensor ultrassônico	Teorema de Pitágoras, Geometria Analítica: plano	8 h/aula

[68] Excepcionalmente, a quinta aula de investigação aconteceu das 13:00 às 15:00 e a sexta aula de investigação aconteceu das 15:00 às 17:00.

			Hawking, Thiago	e sensor de luz	cartesiano e coordenadas, distância entre dois pontos	
11ª e 12ª	09/11/18 e 23/11/18	Leka, Kitty e Yoda	Todos	Catapulta com sensor de toque e sensor de som	Função do segundo grau: raízes, máximo e mínimo, vértice e gráfico da parábola. Plano cartesiano e coordenadas	8 h/aula

Fonte: Elaborado pela Pesquisadora.

A partir do Quadro 10, salientamos que, de modo geral, alguns objetivos das aulas de investigação eram: revisar ou ensinar alguns conteúdos de Matemática (Álgebra, Geometria e Medidas, Geometria Analítica); ensinar conceitos relacionados à robótica educacional; motivar e despertar o interesse dos alunos para aprender Matemática no contexto da robótica educacional (ESTÁGIO SUPERVISIONADO I, 2017).

As aulas de investigação foram conduzidas para uma turma formada por doze alunos convidados, que trabalharam sempre divididos em equipes com dois ou três estudantes. Todas as equipes tiveram à disposição um *kit LEGO® Mindstorms* NXT 2.0, um computador com o *software* de programação instalado, lápis, fitas métricas, blocos para anotações, entre outros materiais. As equipes foram alteradas no decorrer das aulas, à medida que o grupo de futuros professores compreenderam que era necessário.

7.2 OS CICLOS DO ESTUDO DE AULA

O planejamento exige que o professor analise vários fatores, como os conteúdos curriculares a ensinar, o tipo de tarefas a propor, o modo de trabalho do professor e do aluno, a escolha dos materiais que irá utilizar, etc. O planejamento requer a adoção (consciente ou não) de uma estratégia de ensino, que define o que o professor vai fazer, a atividade do professor, e o que o aluno irá fazer, a atividade do aluno (PONTE, 2005b). Para a condução das aulas de investigação dos ciclos do estudo de aula, adotamos a estratégia de ensino-aprendizagem exploratória, cuja característica principal "é que o professor não procura explicar tudo, mas deixa uma parte importante do trabalho de descoberta e de construção do conhecimento para os alunos realizarem. A ênfase desloca-se da actividade 'ensino' para a actividade mais complexa

'ensino-aprendizagem'" (PONTE[69], 2005b, p. 13). Na abordagem exploratória "podem (e, possivelmente, em muitos casos devem) haver momentos de exposição pelo professor e de sistematização das aprendizagens por ele conduzidos" (p. 14). As tarefas propostas nas aulas eram do tipo investigativas, pois tinham um grau mais elevado de desafio, eram tarefas abertas e, de antemão, os alunos não dispunham de um processo imediato para a resolução das situações, exigiam o envolvimento e a participação ativa dos alunos durante todo o processo (PONTE, 2005b). Quanto ao contexto envolvido nas tarefas, podemos dizer que eram tarefas de modelação, pois "revestem-se, de um modo geral, de natureza problemática e desafiante, constituindo problemas ou investigações, conforme o grau de estruturação do respectivo enunciado" (p. 10). As tarefas de investigação estavam relacionadas à realidade do projeto/protótipo escolhido para o ciclo de aula, conforme indica o Quadro 10.

Na seção seguinte faremos a discussão de cada um dos ciclos do estudo de aula desenvolvidos.

7.2.1 O Primeiro Ciclo do Estudo de Aula

7.2.1.1 Planejamento

Os estagiários Thiago, Luana Júlia e Neném foram responsáveis pela primeira aula de investigação, cuja ideia inicial foi:

> *Não é uma aula normal, comum, não é para escrever, anotar. Tem que ser dinâmica, participativa, tem que se questionar os alunos. Vamos perguntar sobre o que é robótica, o que é robô, dar exemplos. Vamos sugerir a construção de um robô livre, ensinar a programação e o software, depois propor a programação com algumas tarefas.* (Thiago, Aula de planejamento de 29/06/18)

Os formadores ouviram as ideias do subgrupo, deram algumas sugestões. O subgrupo apresentou uma proposta de uma aula introdutória à Robótica, apresentação do *kit (hardware)*, seguida da construção de um robô mais simples, baseada nas primeiras aulas que vivenciaram durante a etapa de *Experimentação*. A parte final da aula seria a apresentação do *software* e as ferramentas disponíveis. Então, seria proposta uma tarefa inicial de programação livre do robô (andar para a frente, para trás, virar, etc.).

[69] Página na versão consultada.

Vários estagiários sugeriram a aplicação de um questionário nessa primeira aula de investigação para conhecerem melhor os alunos e seus conhecimentos prévios sobre a proposta do projeto. O professor foi conduzindo a discussão, enquanto ia redigindo as questões no formulário *on-line*. Os estagiários sugeriram as questões que acreditavam serem relevantes:

> *O que queremos saber dos alunos? Qual a cultura digital dos alunos?* (Professor, Diário de Campo de 06/08/18)

Assim, com a participação de todos, o questionário foi elaborado e ficou disponível para acesso de todos os estagiários e formadores, após as respostas dos alunos, para que pudessem complementar os dados de suas análises para os relatórios e escrita dos artigos sobre a experiência realizada.

7.2.1.2 A 1ª Aula de Investigação: Uma introdução à Robótica e o kit LEGO® Mindstorms

A aula começou com as boas-vindas aos alunos e uma rápida apresentação do grupo, realizada pelos formadores e, em seguida, cada aluno também se apresentou. Thiago iniciou solicitando que os alunos respondessem ao questionário *on-line* e, na sequência, foi discutindo as questões e indagando os alunos quanto às suas concepções iniciais acerca dos conceitos mais importantes da robótica (robô, automação, linguagens de programação). Apesar de improvisada, essa discussão questão por questão foi profícua para que o grupo conhecesse um pouco sobre os alunos e seus conhecimentos prévios acerca da temática. Com isso, foi detectado que a turma tinha cinco alunos que já haviam participado de outro projeto de robótica educacional oferecido pela universidade. Utilizando uma abordagem expositiva, Thiago fez uma apresentação de *slides* sobre alguns conceitos teóricos e práticos da robótica: surgimento, principais idealizadores, o que é um robô segundo Matarić (2014), o primeiro robô criado pelo homem e as melhorias até os dias atuais, importância dos robôs, o estudo de robótica e programação.

Neném fez a apresentação do *kit*, do *hardware* e iniciou a explicação sobre o *software* para a programação. No planejamento discutido em grupo, essa parte seria realizada apenas após a construção do robô. Até aquele momento, a aula estava muito teórica e os alunos manifestavam sinais de desinteresse e cansaço, alguns olhavam o celular, outros se dispersavam observando todas as pessoas presentes. A formadora fez uma intervenção, sugerindo passar para a construção do robô e depois, com os robôs em mãos e cada equipe com o *software* aberto nos computadores, Neném poderia voltar à explicação do *software* para a programação.

Luana Júlia conduziu a construção do robô *Castor Bot*, a partir do passo a passo apresentado nos *slides* ou no passo a passo da revista que acompanha o *kit*. Os alunos foram divididos em quatro duplas e um trio e passaram para a construção (Figura 69). Todos os estagiários estavam presentes, conforme Quadro 10, mas apenas alguns ajudaram as equipes de alunos à medida que solicitavam.

Figura 69 – Primeira aula de investigação: construção do protótipo



Fonte: Dados da Pesquisa.

Após finalizarem a construção, Neném retomou a aula, explicando sobre o *software* de programação do *kit* (blocos de programação, *Brick* e sua função, como transferir a programação do computador para o robô, etc.). As equipes iniciaram a programação livre do robô, na qual cada equipe deveria programar o seu robô para andar uma distância dada (em segundos, tentativa e erro e em rotações). Os alunos puderam utilizar fita métrica para descobrir a distância, lápis e papel para realizar os cálculos (Figura 70).

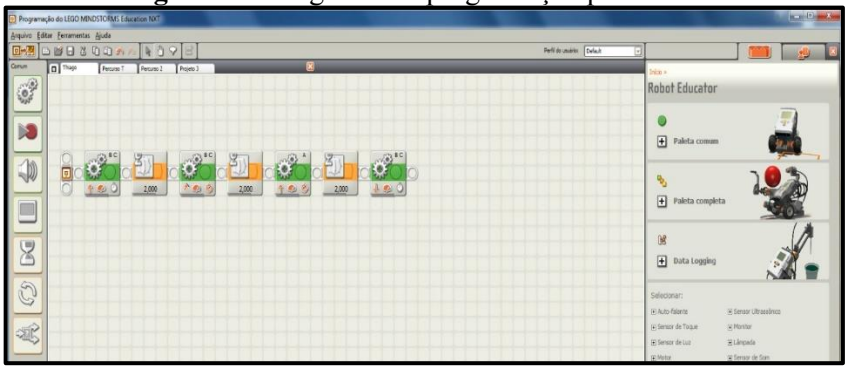
Figura 70 – Alunos medindo a distância a ser percorrida pelo robô



Fonte: Dados da Pesquisa.

Ao final, algumas equipes conseguiram realizar os movimentos mais simples, como andar para a frente e para trás. Conforme já apresentamos nas seção 5, para essas programações mais simples, os conceitos matemáticos utilizados são: operações básicas, sistema métrico de medida (unidades de comprimento e tempo). Algumas equipes iniciaram a programação mais básica e intuitiva, enquanto outras começaram a avançar na exploração da programação (Figura 71).

Figura 71 – Sugestão de programação para o robô



Fonte: Dados da Pesquisa.

7.2.1.3 Sessão de Reflexão

A sessão de reflexão foi marcada pela autenticidade dos estagiários, que apontaram criticamente as várias questões problemáticas quanto à gestão das ações, tanto da parte do subgrupo responsável pela aula, quanto da parte dos observadores: planejamento, condução da aula, falta de engajamento do subgrupo responsável pela aula, gerenciamento de sala de aula por todo o grupo (organização e preparação do material didático, tempo necessário para as tarefas, etc.), falta de pontualidade e falta de segurança de conteúdo, especificamente da robótica, apresentado por alguns estagiários, durante os momentos de auxílio aos alunos.

Quanto ao planejamento, os estagiários observadores relataram que tinham apenas a ideia geral do que seria aquela aula, mas devido à falta de comunicação entre os componentes do subgrupo e demais estagiários, além do recesso acadêmico entre a fase de planejamento e a aula, eles não tiveram acesso ao plano de aula final, o que dificultou a participação dos demais estagiários e impediu que eles contribuíssem significativamente nas orientações aos alunos.

Com relação à condução da aula, ela não havia acontecido conforme o subgrupo responsável esperava, os alunos não interagiram de imediato. No lugar de uma aula dinâmica, aconteceu uma aula muito expositiva e teórica, preocupada com conceitos e não em conduzir os alunos a explorar, por si mesmos, o *kit* e o próprio robô. Somente no final essa participação foi requerida, durante a construção e começo da programação. O grupo concluiu que, numa aula com robótica, não basta apresentar os conceitos, mas sim, é preciso envolver os alunos na exploração e investigação com o robô, conduzindo a aula de modo que desperte o interesse dos alunos e não o contrário.

Quanto ao engajamento do subgrupo, foi requerido pelos próprios estagiários que todos deveriam se envolver, se comprometer e assumir a responsabilidade do projeto e das aulas. Algumas sugestões foram apontadas para o problema: estudar mais o robô e sua programação, além da Matemática envolvida nas tarefas, utilizar o laboratório em outros horários para realizar esse estudo, solicitar a ajuda de outros estagiários (que tivessem mais experiência com robótica educacional) e dos formadores, em horário extra.

Vários estagiários falaram da postura dos colegas que ministraram a aula: faltou movimentação na sala de aula, conseguir chamar a atenção dos alunos, fazer mais perguntas e buscar a participação de todos. Durante o período de construção e programação do robô, o subgrupo responsável não interagiu com os alunos, deixando a cargo apenas dos demais estagiários. Voltamos a discutir em grupo as características principais do estudo de aula, em que o foco da observação deve estar centrado no aluno e nas suas ações e não no professor

(PONTE *et al*., 2016; PONTE, 2017; QUARESMA, 2018; QUARESMA *et al*., 2014). Porém, uma parte dos futuros professores não tem experiência em sala de aula. Alguns tiveram algumas oportunidades, como visto na seção 4, mas grande parte da experiência foi fora da área. Portanto, as colocações dos estagiários foram pertinentes. Dos três estagiários do subgrupo 1, dois têm experiência com sala de aula, mas em áreas totalmente diferentes (Thiago é professor da língua inglesa e Luana Júlia é professora de dança). Neném participou do PIBID por pouco tempo, há alguns anos atrás. Conforme Murata (2011) afirma, o estudo de aula oportuniza que as experiências sejam compartilhadas e revelam o conhecimento profissional dos professores. No caso dos professores principiantes, a experiência revelou a fragilidade do conhecimento profissional, o que é comum, dada a etapa de formação em que os futuros professores se encontravam. Revelou ainda a falta de engajamento do subgrupo e a falta de planejamento do mesmo, levando-os a improvisar durante a aula.

Eram dezesseis estagiários para auxiliar apenas doze alunos, assim, alguns estagiários observavam de longe o que acontecia na aula. Alguns estagiários argumentaram que a quantidade de observadores em sala ocasionou um certo tumulto na aula e acabou contribuindo para que os alunos se inibissem ou se dispersassem. Discutidas várias sugestões, ficou combinado que o grupo se dividiria em dois: um que conduziria a aula, composto pelo subgrupo responsável e componentes dos demais subgrupos (exceto daquele responsável pela aula seguinte) e o outro grupo, composto pelos demais estagiários. Este último grupo ficaria no laboratório ao lado, trabalhando no planejamento da aula do próximo subgrupo, principalmente, estudando a programação do robô e a investigação matemática proposta para as tarefas. Essa divisão poderia trazer pontos positivos, como reduzir o tumulto em sala e oferecer a oportunidade de os estagiários conhecerem melhor a proposta da aula seguinte, continuarem o processo de estudo da robótica e da investigação matemática, mas também pontos negativos, impedindo que os estagiários fora da sala acompanhassem o processo de desenvolvimento e aprendizagem dos alunos, ao longo das aulas. O grupo assumiu essa decisão, uma vez que as sessões de reflexão poderiam amenizar esse problema.

Quanto à aprendizagem durante a aula, Stephen Hawking relatou que os alunos que acompanhou tiveram bastante dificuldade em relação à construção devido a divergência de cores entre as peças reais e as peças no tutorial. Bru falou da diferença de conhecimentos entre os alunos, alguns eram iniciantes e apresentaram dificuldades, enquanto outros já eram mais avançados, tinham mais facilidade para construir e programar. Alguns estagiários argumentaram que a aula deveria ser mais desafiadora, para acompanhar o ritmo dos alunos

mais avançados. Por outro lado, Linda argumentou que é preciso dar atenção aos iniciantes, que os alunos não são todos iguais.

> ***Linda**: Não pode olhar só para esses meninos que já sabem, achando que eles são todos do mesmo jeito.* (Linda, sessão de reflexão de 13/08/18)

A colocação de Linda mostra sua preocupação em reconhecer os diferentes conhecimentos dos alunos, que ela estava atenta ao pensamento dos alunos e aos diferentes níveis de evolução dos mesmos durante a aula. Foi sugerido que cada subgrupo planejasse tarefas extras e mais desafiadoras para as equipes de alunos que estivessem mais avançados.

Apesar dos constrangimentos iniciais, apontados na sessão de reflexão, foi possível perceber que a maioria dos estagiários assumiu com muita responsabilidade o projeto, se envolveu nas discussões, deu sugestões, fez críticas muito importantes para o andamento das futuras aulas, se preocupou com cada detalhe e a impressão que o grupo iria passar para os alunos. A maioria se espelhou nos erros apontados e fez deles exemplos do que fazer ou não, ou do que evitar ou repetir nas próximas aulas.

De modo geral, os constrangimentos no início da aula não atrapalharam na percepção dos alunos quanto ao que estava sendo proposto, segundo os estagiários, eles saíram empolgados e perguntando sobre as próximas aulas. No dia seguinte, o professor da escola enviou uma mensagem ao professor orientador, confirmando que os alunos haviam gostado muito da aula anterior, que postaram em suas redes sociais vídeos dos robôs que construíram e programaram. Porém, ele acreditava que eles não iriam à próxima aula porque haviam ganhado uma ida ao clube de recreação (Figura 72), como prêmio, devido às boas notas em avaliações estaduais. Passados alguns dias, veio a notícia, confirmando a presença dos alunos na aula seguinte, pois dispensaram o passeio para terem a aula de robótica. A notícia recebida foi uma injeção de ânimo para todos os estagiários e formadores, pois confirmou que o esforço e compromisso de todos estava produzindo bons resultados.

Esse primeiro ciclo do estudo de aula permitiu aos participantes pensar e refletir sobre sua prática, rever sua aula a partir de diversos olhares, múltiplas percepções oportunizadas pela colaboração, e com isso, identificar questões que passaram despercebidas durante o andamento da aula. Esse processo dinâmico, nesse primeiro ciclo, revelou a importância do planejamento, do trabalho em grupo, conflitos e equívocos entre o que foi planejado e o que foi ministrado. Os constrangimentos também serviram para fazer novas adaptações ao processo de estudo de aula para os ciclos seguintes.

Figura 72 – Mensagem de WhatsApp enviada pelo professor supervisor da escola



Fonte: Dados da Pesquisa.

7.2.2 O Segundo e Terceiro Ciclos do Estudo de Aula

7.2.2.1 Planejamento

Apesar da primeira aula ter sido introdutória, o professor orientador argumentou que era preciso compreender o que os alunos pensaram desse primeiro contato com a robótica, para manter o interesse e a participação deles até o final do semestre. Bru apresentou a impressão inicial dos alunos, a partir de questionamentos que fez a todos eles durante a aula anterior. Ela argumentou que, desenvolver aulas muito teóricas, provoca monotonia e acaba desmotivando os alunos. Essa afirmação gerou uma discussão sobre como apresentar a próxima aula de investigação de forma desafiadora, o que levou a uma revisão do planejamento das próximas duas aulas e das tarefas elaboradas.

Inicialmente, Larissa, Salazar e Stephen Hawking, responsáveis pela segunda e terceira aulas de investigação, relembraram ao grupo o plano de aula elaborado no primeiro semestre letivo. O grupo decidiu manter o robô construído na aula anterior, pois a construção demanda tempo. Além disso, os futuros professores apresentaram:

> *A gente estava falando da próxima aula. Juntou o Stephen Hawking e eu e reformulamos a aula, porque os meninos pegam muito rápido as coisas. Não sei se todo mundo aqui reparou isso. Você passa um desafio, que na sua cabeça eles iam demorar uma hora, eles demoram quinze minutos.* [...] *Até agora a gente planejou três* [desafios]. [...] *um dos desafios da nossa aula da*

> *sexta-feira é o desafio de fazer o quadrado.* (Salazar, Sessão de reflexão de 13/08/18).

A fala de Salazar revela que, na primeira aula, os estagiários estavam atentos ao pensamento e o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos. A falta de conhecimentos sobre os conhecimentos prévios dos alunos é compreensível devido à falta de experiência dos futuros professores e também ao pouco contato da turma com a programação, durante a aula anterior. Esse conhecimento profissional faz parte do conhecimento didático apresentado por Ponte (2012) e discutido na seção 2.

Como alternativa para despertar o interesse dos alunos, conforme Bru havia colocado, o professor orientador sugeriu aumentar o nível de desafio nas tarefas:

> ***Professor**: Vocês colocam um grande desafio para eles.* [...] *Qual o propósito de andar em um quadrado?*
> ***Salazar**: Ensinar eles a programar. Eles não sabem.*
> ***Professor**: Ensinar a programar. Mas vamos aumentar o problema.*
> ***Salazar**: Mas a gente não pode ir já para o difícil, a gente tem que partir do simples. Porque, para a gente, é simples, para eles é difícil.*
> ***Professor**: Mas o simples faz parte de resolver o grande. Se você, por exemplo, colocar argolas para capturar durante a trajetória e a trajetória é quadrada, a primeira coisa é ele aprender a andar no quadrado. E deixar eles montar uma estrutura para capturar essas argolas.*
> [...]
> ***Pesquisadora**: Aí, eles vão incluir uma garra no robô? O que eles vão fazer para capturar e chegar ao local? Nessa parte aí, pode deixar como livre para eles, fica como um desafio para eles pensarem como é um robô ideal para isso.*
> [...]
> ***Salazar**: Não adianta a gente fazer um negócio difícil já na segunda aula.*
> ***Yoda**: Mas a gente não precisa colocar garras com motor. A gente só precisa chegar ela até lá e conseguir empurrar* [a argola] *com o carro.*
> (Sessão de reflexão de 13/08/18)

A partir desse diálogo, alguns estagiários, principalmente Salazar, demonstraram que estavam com receio de que, se aumentassem o desafio das tarefas, dificultaria a aprendizagem dos alunos, uma vez que a turma era heterogênea. Os futuros professores discutiram ativamente como melhorar a tarefa do quadrado, o que levou a uma reflexão sobre o que eles pensavam a respeito dos conhecimentos prévios dos alunos, de suas dificuldades e de como abordar um desafio (mais complexo ou não), de modo que os alunos fossem resolvendo por etapas, em pequenos passos, até conseguirem resolver o problema todo.

Como os formadores estavam interessados no protagonismo dos futuros professores em todas as etapas do estudo de aula, em um processo de negociação, as opiniões do subgrupo foram respeitadas e a tarefa mais complexa, que envolvia a captura de uma argola dentro de um

circuito fechado com formato quadrado, foi deixada para a terceira aula de investigação, como desafio final.

Uma observação de Bru, ainda sobre a primeira aula de investigação, suscitou reflexões importantes, que nos levou a uma mudança no plano da segunda aula:

> ***Bru****: Uma menina fez uma pergunta muito boa. Ela perguntou por que a máquina de lavar era um robô e o carrinho de controle remoto não era?*
> ***Thiago****: Foi a pergunta mais interessante da aula.*
> ***Professor****: E qual foi a resposta?*
> ***Thiago****: É a autonomia, basicamente. Aí, ela não entendeu, aí eu expliquei de novo. Aí, ela não entendeu. Eu expliquei para ela que, se funcionou, se está mexendo sozinho, é robô. A dúvida dela era por causa do controle remoto. Acho que eu não usei a palavra autonomia.*
> ***Yoda****: Acho que a dúvida maior dela é porque se a máquina de lavar, colocada na energia, era um robô, por que o carrinho de controle remoto, não.*
> ***Thiago****: Ela não conseguia diferenciar um do outro.*
> ***Professor****: Eu acho interessante a gente explorar essa pergunta. Mais alguém soube dessa pergunta? Foi compartilhado com a turma?*
> ***Thiago****: Na hora que ela perguntou, eu expliquei e todo mundo escutou.*
> (Sessão de reflexão de 13/08/18)

O grupo passou a discutir a resposta do Thiago para a aluna e se houve compreensão dessa resposta. O professor questionou se todos os alunos compreenderam a lógica de programar:

> ***Professor****: Estou pensando numa atividade de vendar e brincar com eles. É uma maneira da gente mostrar para eles qual a lógica* [da programação]*, pelo menos o raciocínio.*
> ***José****: Uma* [é a] *lógica do carrinho de controle e a outra é a lógica da máquina de lavar. Aí, um fala para o outro: ah, agora você vai dar um passo. Agora você vira para a esquerda. Agora você vira para a direita. Mas aí você fala: agora, sua programação é dar um passo para a frente, um passo para a esquerda, um passo para a frente e um para a direita. Essa é a diferença entre a programação do carrinho de controle remoto e o outro, da máquina de lavar.*
> ***Professor****: Daí ativa o código e ele repete.*
> ***José****: Isso, ele repete. Do carrinho de controle remoto é dá um passo para a frente, dá um passo para a direita, dá um passo para a frente, dá um passo para a esquerda.* [Nesse momento, ele gesticula, bate uma palma a cada comando e anda]. *Esse seria o carrinho de controle remoto, que não seria um robô. Aí a programação para o robô é falar: sua programação é três passos para a frente, dois para a direita e um para a esquerda. É assim.*
> ***JPC****: É, ele se vira e tem que lembrar os comandos até o final.*
> ***José****: Ele tem que seguir o que você programou.*
> ***Salazar****: Interessante.*
> ***Professo****r: Gostei.*
> [...]

> ***Professor**: Seria uma boa oportunidade de trabalhar o que é a programação e tentar resolver essa dúvida da aluna lá, sobre automação, com a brincadeira. Eu gostei da sua ideia* [Referindo-se ao José].
> (Sessão de reflexão de 13/08/18)

O professor deu o ponto de partida e José já havia compreendido toda a lógica e foi dando sugestões do que poderia ser feito nessa dinâmica do robô humano. Esse diálogo revelou, mais uma vez, que os estagiários haviam desenvolvido fluência com relação à tecnologia envolvida na robótica. Assim, surgiu a *Dinâmica do Robô-Humano*, com o intuito de melhorar a compreensão dos alunos acerca do que é programar e do que é robô, conforme definição de Matarić (2014), apresentada na seção 3. Umas das tarefas da dinâmica consistia em um aluno ser o *programador* e outro aluno, de olhos vendados, ser o *robô-humano*. O *programador* deveria enviar ordens para o *robô-humano* executar até encontrar um objeto que seria escondido pela sala. Essa dinâmica seria o mote para retomar, de forma lúdica, a ideia central que diferencia autonomia de controle e o que é programação, conceitos essenciais para as aulas em curso. Assim, o grupo passou a discutir os detalhes da dinâmica, os materiais necessários, a previsão do tempo gasto, uma premiação para a equipe vencedora do desafio de programar o robô.

7.2.2.2 A 2ª e 3ª Aulas de Investigação: Matemática Básica com Robótica

As duas aulas foram conduzidas por Larissa, Salazar e Stephen Hawking. A aula foi iniciada com a *Dinâmica do Robô-Humano*, dividida em duas fases, e envolveu todos os alunos.

> *A aula começou com uma dinâmica que buscava, de forma descontraída, explicar a diferença de autonomia e controle, e como é importante uma programação sequencial e lógica.* (Larissa, Salazar e Stephen Hawking, Relatório 6, 2018).

Os dez alunos presentes foram divididos em duas equipes. Na primeira fase da dinâmica, cada equipe escolheu um aluno para ser o *robô-humano* e escondeu uma caixa pela sala. Os *robôs,* com os olhos vendados, simultaneamente, teriam que encontrar os objetos a partir das pistas dadas por sua equipe (*programadores*). Todos os integrantes teriam que falar o que o *robô-humano* de sua equipe teria que fazer para encontrar o objeto. Após bastante algazarra e descontração, os objetos foram encontrados (Figura 73).

Figura 73 - Os estagiários e alunos durante a Dinâmica do Robô



Fonte: Dados da Pesquisa.

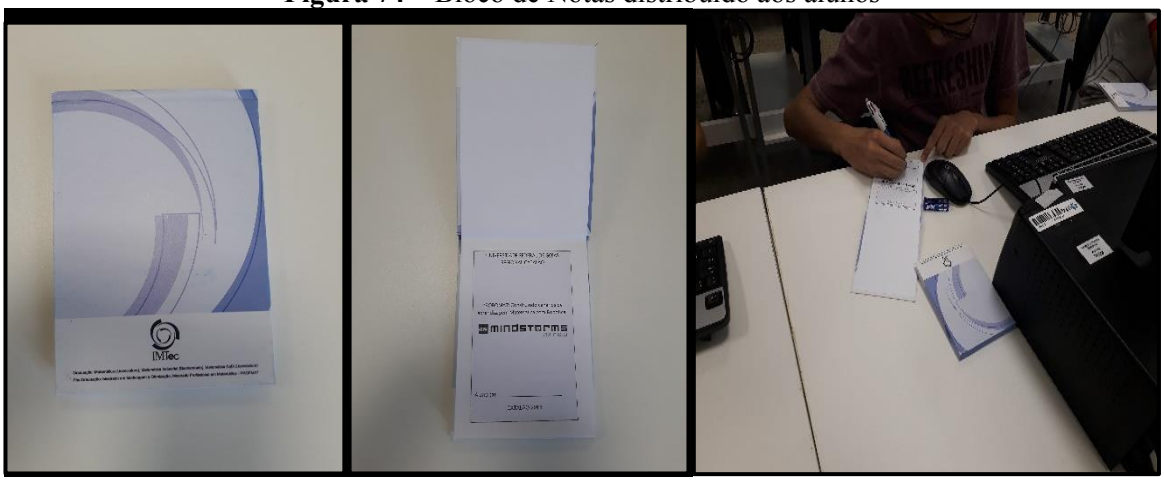
Na segunda fase da dinâmica, cada equipe escolheu um novo *robô-humano* e apenas um aluno para ser o *programador* e esconder o objeto pela sala. Nessa fase, apenas o *programador* deveria falar. A partir das pistas dos *programadores*, os *robôs* de olhos vendados[70] encontraram os objetos. Os futuros professores questionaram os alunos sobre suas compreensões acerca da dinâmica e conduziram uma discussão sobre os conceitos trabalhados:

> *Os estagiários fizeram alguns questionamentos aos alunos para saber se entenderam a dinâmica e qual das formas era mais fácil para programar um robô.* (Larissa, Salazar e Stephen Hawking, Relatório 6, 2018).

O *programador* de uma das equipes, durante a dinâmica, utilizou as expressões "vem mais um pouco", "vira um pouco para a direita", "vai devagar", "vem vindo", enquanto o programador da outra equipe utilizou termos mais técnicos como "vire 90º para a esquerda" e "siga o piso tátil". A partir dessas expressões, Stephen Hawking e os colegas de subgrupo, discutiram com a turma sobre a diferença entre uma programação melhor elaborada, mais lógica e sequencial e uma programação desorganizada. Ao final, como forma de valorizar a participação e a interação entre os grupos, cada aluno ganhou um chocolate e um bloco de notas para registro das tarefas durante as aulas (Figura 74).

[70] Não é necessário utilizar a venda dos olhos, uma vez que o que irá direcionar o *robô-humano* é a programação dada e não o que está no campo de visão do mesmo, porém os estagiários quiseram utilizar a venda para dar mais emoção à brincadeira.

Figura 74 – Bloco de Notas distribuído aos alunos



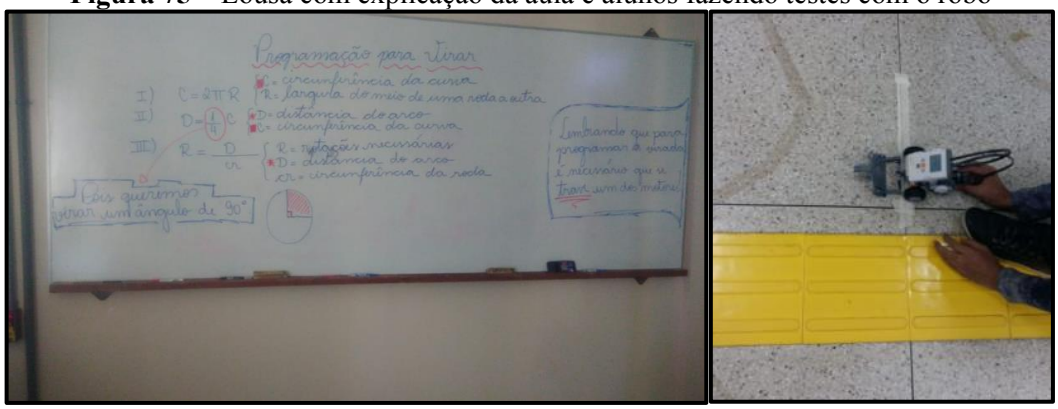
Fonte: Dados da Pesquisa.

Para os estagiários, os blocos foram importantes para que os alunos fizessem os registros durante as aulas. Esses registros foram consultados nas aulas seguintes:

> [..] *foram distribuídos bloquinhos entre os alunos o que, durante a aula, foi excepcional, pois os alunos utilizaram para anotar tudo que eles consideravam importante, e que valeu muito na aula seguinte, pois pesquisavam muitas coisas em suas anotações.* (Anninha, Bru e Noemi, Relatório 6, 2018).

Em seguida, os estagiários fizeram uma revisão dos conceitos trabalhados na aula anterior (Figura 75), para a programação dos robôs, e conduziram para a programação do robô *Castor Bot*, a partir do desafio lançado na aula anterior: *andar uma determinada distância em linha reta*.

Figura 75 – Lousa com explicação da aula e alunos fazendo testes com o robô



Fonte: Dados da Pesquisa.

As tarefas propostas nessas aulas (Quadro 11) são investigativas, têm uma natureza mais aberta, em que os próprios alunos devem elaborar seus procedimentos para os movimentos do

robô, de modo que eles construam sua compreensão da Matemática necessária para a programação. Segundo Quaresma e Ponte (2015), tarefas de investigação e exploração criam "oportunidades para os alunos construírem ou aprofundarem a sua compreensão de conceitos, procedimentos, representações e ideias matemáticas" (p. 298).

Quadro 11 – Tarefas propostas na segunda e terceira aulas de investigação

Primeira Tarefa: Programem seus robôs para que andem a distância de 1,5 m.
Segunda Tarefa: Programem seus robôs para que andem a distância de 50 cm, virem 90° para a direita e andem mais 50 cm.
Terceira Tarefa: Programem seus robôs para que andem sobre os quadrados do piso da sala. Usem o que já aprendemos sobre andar em linha reta e virar.
Quarta Tarefa: Programem seus robôs para capturar um arco que está no interior do quadrado do piso da sala. Façam as adaptações necessárias.

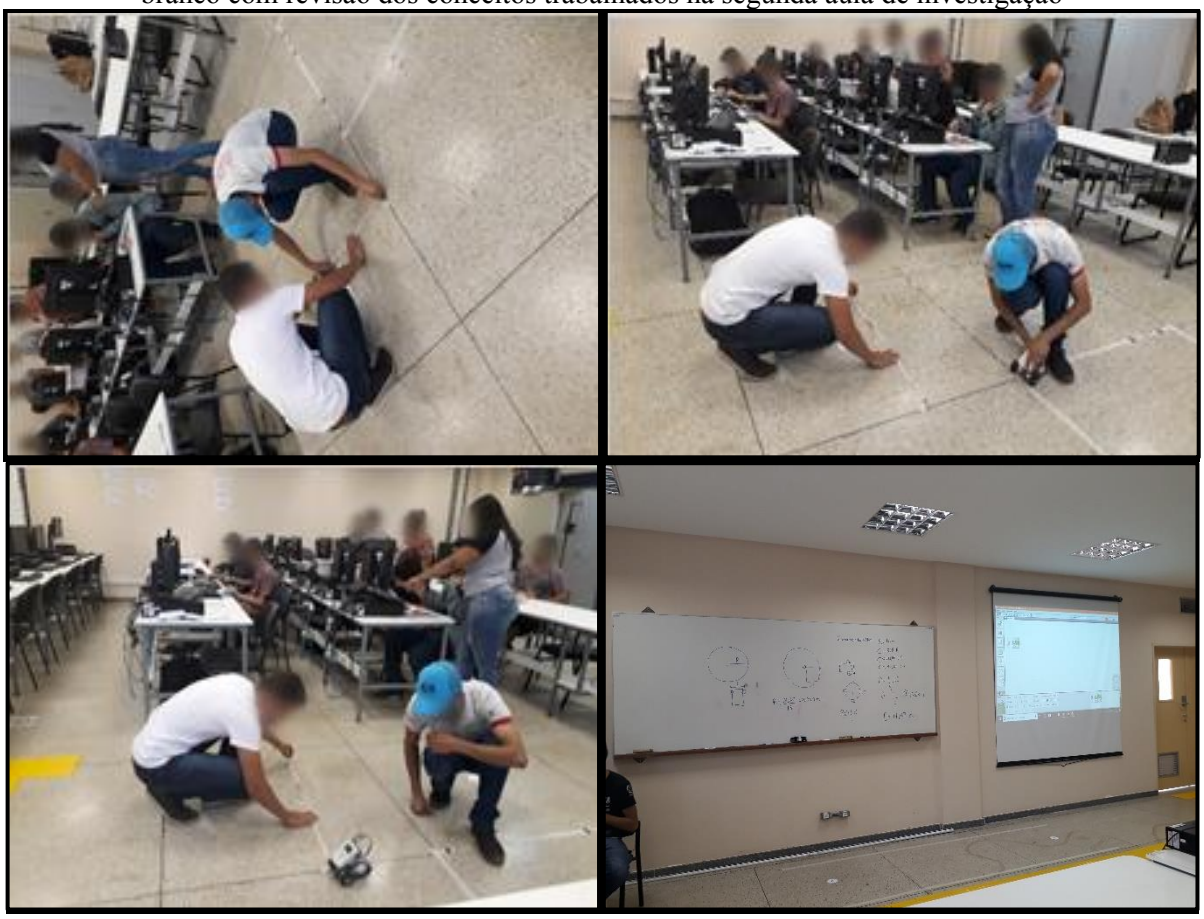
Fonte: Dados da Pesquisa.

Com o *Castor Bot,* os alunos estudaram o movimento em diferentes trajetórias (retilínea e curvilínea), com diversas velocidades, diferença de potência no motor, etc. Estudaram o giro do robô de várias maneiras: virando o carro todo e parando uma roda e movimentando a outra. Como não existe uma única programação para responder às tarefas, inicialmente os alunos respondiam conforme compreendiam e depois, os estagiários solicitaram que a programação fosse realizada utilizando as rotações dos motores do robô (e não o tempo gasto para o robô executar determinado percurso ou tentativa e erro). Com isso, as tarefas (Quadro 11) possibilitaram trabalhar diferentes conceitos matemáticos: operações básicas no conjunto dos racionais; comprimento da circunferência, sistema métrico de medidas (medidas de comprimento e conversões); regra de três simples e proporções[71]. Em seguida, os alunos realizaram o movimento numa trajetória em formato de quadrado. Cada equipe avançava conforme o desenvolvimento dos conhecimentos e a habilidade de cada um. Os estagiários, observadores-monitores e responsáveis pela aula acompanhavam, auxiliavam e tiravam dúvidas, quando solicitados. Na Figura 76 é possível ver no quadro branco a revisão dos conteúdos matemáticos, pois os estagiários do subgrupo responsável pelas aulas, em alguns momentos, fizeram a discussão coletiva com os alunos durante o processo, para fazer a conexão

[71] Os conceitos matemáticos envolvidos na programação desse robô para esses movimentos foram discutidos na seção 6.

entre o que estavam trabalhando e os conceitos envolvidos (conforme a abordagem exploratória).

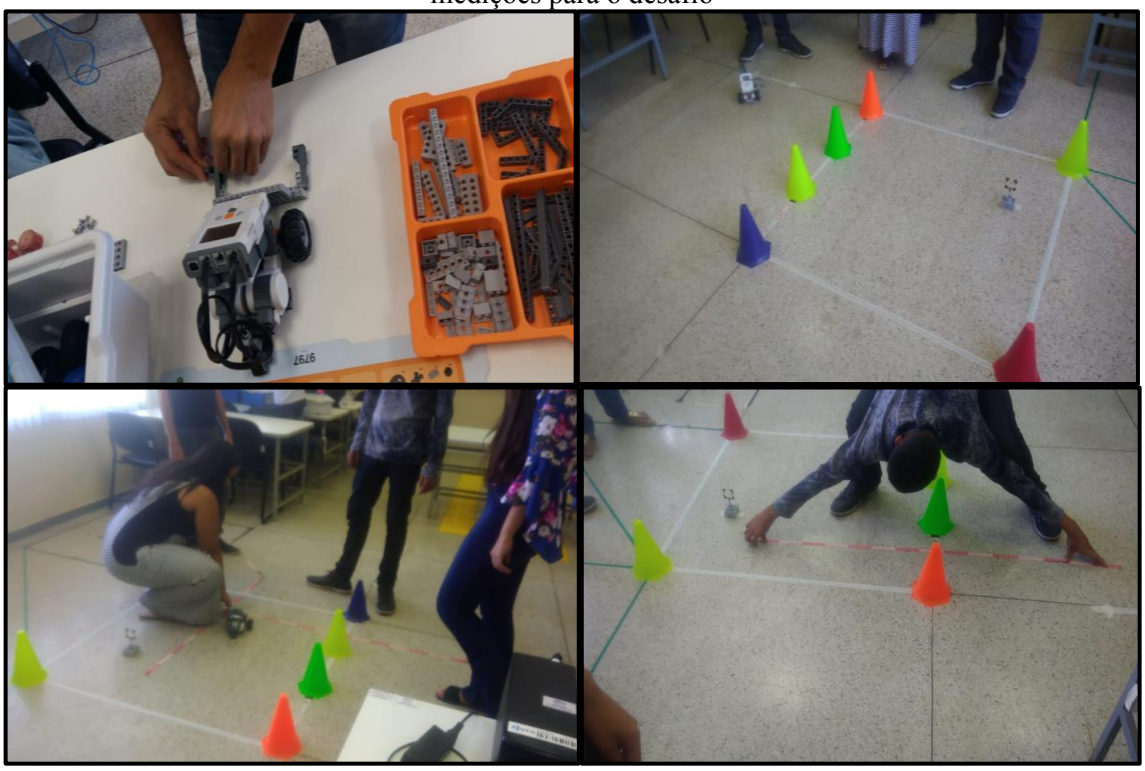
Figura 76 – Alunos fazendo os testes durante a segunda e terceira aulas de investigação, quadro branco com revisão dos conceitos trabalhados na segunda aula de investigação



Fonte: Dados da Pesquisa.

Para a quarta tarefa, os alunos tiveram que adaptar o robô com um tipo de garra ou braço (Figura 77), de forma que o robô conseguisse capturar uma argola. Esse desafio consistia em entrar em um circuito fechado, demarcado com uma fita no piso da sala, com entrada e saída distintos, capturar a argola e sair do circuito. Esse desafio exigiu que os alunos elaborassem uma estratégia de programação para que o robô encontrasse o melhor caminho para capturar a argola e saísse do circuito. O desafio envolvia desenvolver todos os conceitos aprendidos anteriormente para conseguir capturar a argola.

Figura 77 – Aluno modificando o robô. Local do desafio final. Estagiária e Alunos fazendo as medições para o desafio



Fonte: Dados da Pesquisa.

7.2.2.3 As Sessões de Reflexão

Sessão de Reflexão sobre a 2ª aula de investigação: Durante as aulas, o grupo de estagiários ficou dividido em dois, um, acompanhando as aulas de investigação e o outro, planejando as próximas aulas no laboratório ao lado. A segunda sessão de reflexão foi iniciada pelos estagiários responsáveis fazendo um relato e análise sobre a aula para que todos compreendessem o que havia acontecido. Observaram que a aula fluiu muito bem, com um número reduzido de observadores em sala de aula. Destacaram que a *Dinâmica do Robô-Humano* foi muito importante e contribuiu para a interação dos alunos com os estagiários, o que favoreceu uma aproximação, além da compreensão dos conceitos envolvidos.

Os futuros professores apresentaram a situação de cada equipe de alunos, o que já haviam realizado e as principais aprendizagens e dificuldades quanto à adaptação da garra ao robô e à programação para essa ação:

> ***JPC**: a equipe mais avançada ali, eu não sei o nome deles, estavam fazendo a garra ali, eles estavam bem empenhados. Eu conversei com eles, eles falaram: 'Não, a gente está tentando desse jeito aqui, já está tudo ok'. Eles me explicaram lá o que eles estavam fazendo.*
> ***Anninha**: Eles já estavam tentando a programação para pegar a argolinha.*

> ***JPC**: É, eles já estavam com a programação de pegar a argola, andar e sair. Estavam com problema só na hora de pegar a argola mesmo*.
> (Sessão de reflexão[72] de 17/08/18).

A construção dessa garra levou muito tempo, pois os alunos apresentaram dificuldade em executar o que pensavam. Discutiam, mas não conseguiam elaborar uma estratégia, não testavam suas ideias para ver se eram boas ou se funcionavam:

> *O que eu percebi, deles, é que eles tinham umas ideias boas, muitas ideias, só que na hora de tentar executar essas ideias, eles não conseguiam, eles se perdiam nas ideias que tinham. Aí, não conseguiam concluir.* (Stephen Hawking, Sessão de reflexão de 17/08/18)

Os estagiários relataram a dificuldade dos alunos quanto à Matemática básica necessária para a programação: utilização dos instrumentos de medida e a conversão das medidas. Observaram que muitos alunos manifestaram uma certa resistência em realizar as medições e os cálculos para os movimentos. Alguns queriam resolver os problemas utilizando apenas a intuição (erro e acerto). Discutimos sobre a necessidade de estimular os alunos a realizar as operações, medições e, assim, promover o seu pensamento matemático. Os estudantes estão habituados a um modelo tradicional de ensino, em que eles resolvem os exercícios com base na demonstração do professor (PONTE, 2005b). Mudar essa abordagem de ensino e envolver os alunos em um processo ativo de aprendizagem é uma tarefa difícil, demanda tempo para se adaptarem, estímulo do professor, tarefas elaboradas adequadamente para que se envolvam ativamente no processo, interpretem as tarefas, elaborem e realizem as estratégias de resolução. Assim, cabe ao professor o papel de desafiar o aluno num "trabalho de descoberta, ao mesmo tempo que promove momentos de discussão coletiva" (QUARESMA; PONTE, 2015, p. 298).

Sessão de Reflexão sobre a 3ª aula de investigação: Na terceira aula de investigação, a sensação, a partir das observações dos estagiários, era de que os alunos estavam cada dia mais envolvidos e interessados em aprender. Apesar das dificuldades em relação à Matemática, eles estavam gostando dos desafios e dos obstáculos que surgiam durante a programação dos robôs:

> ***JPC**: Eu observei que os meninos gostaram do que estavam fazendo e se dedicaram bastante nas atividades.*
> ***Professor**: O que você acha que fez eles gostarem? O que foi o chamariz? O que foi interessante?*
> ***Kitty**: Os desafios.*
> ***JPC**: Eu acho que foram as dificuldades.*
> ***Professor**: As dificuldades?*
> ***Thiago**:* [Essa aula] f*oi bem mais difícil que as outras aulas* [duas].

[72] Excepcionalmente essa sessão de reflexão ocorreu logo após a aula de investigação.

> ***JPC**: Eles falaram: Ah, se é possível, eu vou fazer, eu vou dar um jeito e eu vou concluir.*
> ***Thiago**: Até porque, depois que a primeira equipe conseguiu fazer, é que eles animaram. Viram que dava para fazer, aí é igual o JPC falou, aí todo mundo ficou doido para fazer.*
> (Sessão de reflexão de 27/08/18)

Os futuros professores argumentaram que a aula foi mais interessante para os alunos devido ao grau de dificuldade e desafio apresentado nas tarefas propostas. A partir dessa discussão inicial foi dada atenção às aprendizagens e dificuldades individuais de cada equipe de alunos, e em especial, uma dupla de alunos intrigava alguns futuros professores pela falta de interesse em participar da aula:

> ***Rogério**: Gente, mas pode ser um monte de coisa esse desinteresse deles. Tipo, será que eles não estão achando fácil demais? Ou difícil demais?*
> ***Anninha**: Eles são muito carentes. Não é que eles não estão interessados, [...] é que eles querem que a gente fique o tempo inteirinho com eles, dando dicas. Porque eles são muito fracos na Matemática. Às vezes, a gente fala assim: faz a regra de três. Eles param, olham para a gente e fala: como é que faz regra de três? A gente tem que ficar lembrando eles de muita coisa, toda hora.*
> (Sessão de reflexão de 27/08/18)

As dificuldades desses alunos no decorrer das aulas anteriores foram consideradas e, em seguida, voltou-se a discutir sobre a abordagem exploratória, como propor tarefas que desafiassem os alunos a querer resolvê-las e que promovessem sua participação. Ponte (2005b) alerta quanto à duração das tarefas:

> As tarefas de longa duração podem ser mais ricas, permitindo aprendizagens profundas e interessantes, mas comportam um elevado risco dos alunos se dispersarem pelo caminho, entrarem num impasse altamente frustrante, perderem tempo com coisas irrelevantes ou mesmo de abandonarem totalmente a tarefa. (PONTE[73], 2005b, p. 9)

Todas essas possibilidades foram ponderadas, mas como era um caso isolado, foram discutidas as possíveis causas para a falta de motivação daquela equipe de alunos e o que se poderia fazer para mudar a situação. Foram dadas várias sugestões: mudança de dupla, mudar de lugar na sala, ter sempre um estagiário buscando motivar, questionar e também dar pistas. Por fim, decidiu-se manter uma atenção redobrada à dupla, trazê-los mais para a frente, junto aos futuros professores, que estariam o tempo todo acompanhando suas ações e dando as orientações.

[73] Página na versão consultada.

7.2.3 O Quarto e Quinto Ciclos do Estudo de Aula

7.2.3.1 Planejamento

A quarta aula de investigação ficou sob a responsabilidade de José e JPC. O grupo discutiu sobre a possibilidade de mudança de robô, mas decidiram manter o *Castor Bot,* uma vez que os alunos deveriam fazer uma adaptação no mesmo, para acoplar o sensor ultrassônico. José e JPC iniciaram a discussão apresentando os *slides* preparados para a próxima aula de investigação: *Castor Bot* com sensor ultrassônico. Embora usassem as aprendizagens anteriores sobre a programação e a investigação matemática para o robô efetuar os deslocamentos, as tarefas propostas seriam muito diferentes das anteriores. Essas aulas de investigação ainda seriam voltadas para a continuação da aprendizagem da programação básica, com foco no sensor ultrassônico. A proposta das aulas envolveu muitos conhecimentos gerais:

> *A gente já falou para os meninos pesquisarem sobre o ultrassom. Nós vamos perguntar o que eles encontraram e vamos começar a fazer a nossa apresentação, fazendo analogia entre o homem e outros animais para chegar na ideia do sensor. Vamos falar de ecolocalização*[74] *e dar exemplos.*
> ***José**: O que é ecolocalização? O que ela faz? E para que faz? Quem usa? Aqui* [apontando para os *slides*] *já tem os principais animais: golfinho, baleia e morcego. Algumas aves e insetos também podem utilizar a ecolocalização.*
> (JPC, Planejamento de 27/08/18)

Os demais estagiários e formadores fizeram várias perguntas à dupla sobre as informações iniciais, pois muitos desconheciam. Na sequência, José e JPC falaram sobre o sonar e radar, origem, função e semelhanças com o sensor ultrassônico e onde pode ser observado na vida real. Ainda que o sensor tenha sido trabalhado durante as aulas de *Experimentação*, eles trouxeram informações que a maioria desconhecia, como qual dos 'olhinhos' envia o sinal e qual recebe. A principal função do sensor ultrassônico é medir a distância, porém o que se pode fazer com essa informação, varia de acordo com os objetivos do programador. Apresentaram as tarefas e discutiram seus objetivos. O grupo deu sugestões de aperfeiçoamento do texto dos *slides*, como a inclusão de outras imagens. Os conteúdos matemáticos necessários para essas duas aulas correspondem, em grande medida, aos conteúdos

[74] O ultrassônico ou sonar "significa literalmente 'além do som' [...]. Refere-se a uma gama de frequências de som que estão além da audição humana. É também chamado *sonar* [...] ou 'navegação por som'. [...] Ecolocalização é o processo de encontrar a sua localização (ou a de um robô) baseada em sonar [...]. O som é rebatido pelos objetos e forma ecos que são usados para encontrar a localização no ambiente". (MATARIĆ, 2014, p. 131-132)

já trabalhados nos desafios das aulas anteriores[75], para programar o robô nos deslocamentos retilíneos e curvilíneos.

Inicialmente, o sensor seria trabalhado em apenas uma aula, mas como não houve tempo suficiente para trabalhar o desafio extra, preparado pela dupla, e como era uma tarefa importante e desafiante, o grupo decidiu incluir mais uma parte da aula seguinte para realizá-lo.

No planejamento para a quinta aula de investigação, o grupo discutiu sobre a retomada dos desafios da quarta aula, relembrando os principais conceitos trabalhados. A quarta tarefa seria a de tornar o robô mais autônomo: ao encontrar um obstáculo, ele deveria agir com base em suas próprias decisões (MATARIĆ, 2014), ou seja, deveria decidir o melhor caminho para se desviar desse obstáculo. Como esse desafio é bastante complexo, se comparado aos anteriores, poderia tomar a aula toda. O grupo decidiu deixar um tempo maior para as equipes de alunos realizarem o desafio e, para não cansá-los, mesmo que todos não tivessem terminado, decidiu-se concluir a tarefa em uma discussão, envolvendo todos os alunos:

> *Eu estava pensando: que eu vou falar para eles, qual o objetivo, eu chamo eles para a gente ir trabalhando juntos a programação? O que a gente tem que fazer? Ah, o robô tem que andar. Tem que identificar o objeto na frente dele, tem que virar para um lado e medir, virar para o outro e medir. E depois escolher o melhor caminho a seguir. Eu estava pensando em ir questionando eles, até eles chegarem numa resposta do que o robô tem que fazer. Isso, trabalhando com todo mundo junto, para todo mundo concluir o desafio quase juntos.* (JPC, Sessão de Reflexão de 10/09/18)

Por fim, Rogério sugeriu que, nesse momento, fosse realizada uma síntese dos principais conceitos desenvolvidos na aula anterior:

> ***Rogério****: Eu acho que ficou faltando, no final da aula, fazer uma síntese de dados, sabe? Porque numa dinâmica, se não tiver no final uma conclusão, na cabeça deles, eles não conseguem fazer uma relação do que estudou com a Matemática. No final, tinha que fazer: o que a gente aprendeu hoje? Onde a gente vai usar isso? Vocês viram isso? Qual o nome desse conteúdo? Onde vocês vão usar? Porque numa dinâmica, ela pode ter muita Matemática, se não fizer isso no final, relacionar o que trabalhou na aula com o conteúdo, na cabeça deles, eles não associam.*
> ***Professor****: Dá para fazer um mapa conceitual.*
> ***Pesquisadora****: Dos conceitos apreendidos?*
> ***Professor****: É. O robô no centro e o que eu aprendi e o que tinha de Matemática em cada tarefa. Pode fazer pelo menos uns dois slides com esse mapa. Para eles enxergarem o que tinha de Matemática no robô.*
> (Sessão de Reflexão de 10/09/18)

[75] A modelagem matemática foi desenvolvida na Seção 6.

O grupo discutiu sobre o formato desse mapa conceitual e elaborou um questionário para os alunos responderem. Essas duas aulas encerraram o trabalho com esse robô e os conceitos básicos de programação.

7.2.3.2 A 4ª e 5ª Aulas de Investigação: Castor Bot com sensor ultrassônico

José e JPC iniciaram a quarta aula de investigação questionando os alunos sobre o que encontraram sobre o sensor ultrassônico, na pesquisa que haviam solicitado:

> *Vocês conhecem o sensor ultrassônico? Sabem como funciona? Aonde encontramos a presença do sensor ultrassônico no dia a dia? Este sensor está presente em algum lugar na natureza? Qual a origem do sensor ultrassônico?* (Plano da quarta aula de investigação, Dados da pesquisa, 2018)

A aula foi conduzida, de forma participativa e bastante dialogada, apresentando diferentes curiosidades sobre o uso do sensor e, por fim, sobre o sensor ultrassônico do *kit LEGO®*. Para que compreendessem a funcionalidade do sensor, os futuros professores solicitaram que os alunos ligassem o cabo entre o sensor e o *Brick* e, então, trabalharam a função '*try me*' (em que o robô emite diferentes sons para diferentes distâncias, medidas pelo sensor) e a função '*viem*' (em que o robô mostra em seu *display* a que distância determinado objeto está do sensor).

Em seguida, solicitaram aos alunos que acoplassem o sensor ultrassônico no robô. Os estudantes poderiam acoplar o sensor em qualquer local do robô: na parte frontal ou na parte de trás, mas, neste caso, deveria ser levado em consideração o comprimento do robô, ao programá-lo.

Os estagiários construíram três tarefas e um desafio extra (Quadro 12) durante as duas aulas seguintes[76] (Figura 78).

Quadro 12 – Tarefas desenvolvidas nas quarta e quinta aulas de investigação

Tarefa 1: Identificar objetos, utilizar o sensor ultrassônico para identificar um objeto a uma distância definida para cada grupo, parar após identificar o objeto.
Tarefa 2: Desviar de objetos, utilizar o sensor ultrassônico para identificar um objeto a uma distância definida para cada grupo, desviar do objeto para a esquerda ou à direita, dependendo da escolha do grupo.

[76] A quinta aula de investigação foi realizada das 13:15 às 15h.

Tarefa 3: Controle de alcance, utilizar o sensor ultrassônico para se manter a uma certa distância (ex. entre 20cm e 70 cm) de um objeto móvel. *Tarefa Extra: Ajude o seu robô a decidir o melhor caminho a seguir.*

Fonte: Dados da Pesquisa.

Figura 78 – Estagiários auxiliando os alunos. Aluno programando o robô.

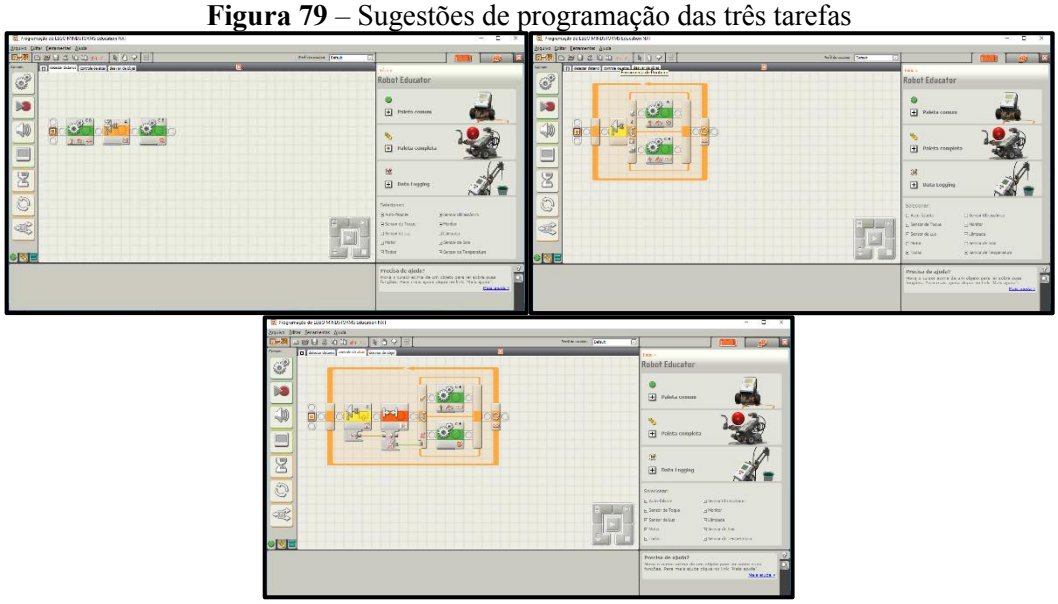


Fonte: Dados da Pesquisa.

As sugestões de programação incluídas no planejamento de aula estão na Figura 79.

A quinta aula de investigação ficou a cargo de desenvolver o desafio extra (Quadro 12). Quando os alunos concluíram, os estagiários solicitaram que os alunos respondessem ao questionário, registrando os conceitos matemáticos que eles perceberam nas tarefas realizadas até aquele momento. Na sequência, Salazar, Stephen Hawking, José e JPC fizeram uma apresentação do mapa conceitual, discutindo todos os conceitos matemáticos trabalhados nas tarefas.

Figura 79 – Sugestões de programação das três tarefas



Fonte: Dados da Pesquisa.

7.2.3.3 As Sessões de Reflexão

Sessão de Reflexão sobre a 4ª aula de investigação: O professor de estágio iniciou a sessão de reflexão participando ao grupo que havia um aluno novato na turma.

> ***Professor****: A Larissa não está aqui para falar sobre o aluno novato. Ele tem necessidades educativas especiais e terá sempre o professor de apoio presente. A Larissa que acompanhou ele durante toda a aula.*
> ***JPC****: Eu vi que ele acompanhou bem a aula, ele estava muito interessado.*
> ***Pesquisadora:*** *Ele já chegou participando de tudo?*
> ***JPC****: Foi. A gente colocou ele para aprender a programar. Aí, ele fez tudo das aulas passadas, mais o primeiro desafio da nossa aula.*
> ***Pesquisadora****: E fazendo tudo sozinho? Não entrou em nenhuma equipe?*
> ***JPC****: Sozinho. A Larissa o acompanhou.*
> ***Pesquisadora****: Ele e o professor de apoio?*
> ***José****: Eu fui lá uma vez, conversei com ele um pouquinho, mas ele não me deu moral. Ele queria trabalhar.*
> ***JPC****: O Ivan[77] nem foi lanchar, ele ficou aqui fazendo os desafios. A gente ficou insistindo: não, gente, vamos lá para fora, dar uma descansada para o robô.*
> (Sessão de Reflexão de 10/09/18)

Sobre a aula, a maioria dos estagiários disse que a proposta fluiu muito bem, todos os alunos participaram e conseguiram realizar os desafios. A situação de cada equipe de alunos, suas aprendizagens e dificuldades foram o foco da reflexão.

***Sessão de Reflexão sobre a 5ª aula de investigação*:** Segundo os futuros professores, os alunos, além de resolver as tarefas propostas, estavam criando suas próprias situações-problema e buscando resolvê-las:

> ***Rogério****: Eles gostaram da aula com o sensor, acharam legal. Participaram bem. Na minha equipe, eles estavam fazendo outras coisas além do que era pedido na tarefa. Eles ficaram medindo as coisas usando o sensor. Usaram bastante a criatividade.*
> ***Neném****: Tinha um aluno que estava empolgado, queria mexer em outras coisas do robô com o sensor. Usar umas ferramentas que ele está aprendendo* [..]. *Ele queria saber como funciona, como usa.*
> ***Yoda****: O Pedro[78] e a Andressa. Teve um desafio que eles fizeram e na hora que eles estavam testando aqui, eles tinham que identificar o obstáculo e continuar andando. Eles já tinham feito a programação na tarefa anterior, eles já tinham testado uma programação diferente e que era resposta para o desafio seguinte. Eles falaram: Ah, mas a gente já fez. Eu respondi: ah, mas testa a programação aí, para gente ver se funciona mesmo. Eles estavam muito adiantados em relação aos outros.*
> (Sessão de Reflexão de 10/09/18)

[77] Nome fictício. Esse aluno tem autismo e sempre foi acompanhado pelo professor de apoio. Não é objetivo desta tese aprofundar o tema em específico.
[78] Foram utilizados nomes fictícios para os alunos.

No entanto, o grupo concluiu que a quarta aula de investigação (e consequentemente a quinta aula também) havia trabalhado pouco a Matemática:

> ***Professor**: Como vocês avaliam a aula do José e do JPC? Qual o olhar sobre a aula, sobre a aprendizagem matemática? O que ficou de Matemática para eles?*
> ***Rogério**: Para ensinar Matemática?*
> ***Professor**: Sim, fazendo a análise da aula, sobre a aprendizagem matemática.*
> ***Rogério**: Isso é difícil comparar, porque a gente só tem as aulas passadas para comparar, né? Qual era o objetivo para eles aprender em Matemática?*
> ***JPC**: Então, eu fiz essa pergunta para eles: o que eles viam de Matemática no robô? O que a maioria respondia era: 'a gente tem que saber a que distância está o sensor do objeto que está à frente do robô para não encostar. A gente tem que saber a distância que vai parar do objeto, é uma medida matemática'. Falaram na questão de fazer as curvas e andar em linha reta. Eu perguntei: ah, e no sensor? Eles: 'envolve a velocidade do som também, isso envolve matemática'. É o que eles viram de Matemática na aula.*
> ***Rogério**: Eles entenderam muito bem, mas eles não fizeram conta nenhuma?*
> ***JPC**: Não, nessa aula, não.*
> ***José**: Nessa aula, eles não fizeram as contas, porque já fizeram nas anteriores. Eles tinham todos os cálculos prontos e anotados no bloquinho. Quantas rotações para fazer uma curva? Eles já fizeram isso antes, agora eles usaram, eles seguiram as suas anotações.*
> ***Anninha**: O que demorou no Castor Bot, no início foi isso, porque na primeira aula, eles fizeram todos os cálculos. Agora, a maioria já tinha tudo que eles precisavam. Aí, na outra aula, que foi do Salazar, eles não fizeram conta, não. Já foram para o caderninho.*
> ***José**: Teve dupla que errou nas contas num ponto, aí eles refizeram os cálculos, porque estava dando erro na programação. Aí eles refizeram.*
> ***Anninha**: Eles olharam no caderninho e falaram: 'não vamos fazer de novo, não'.*
> ***Rogério**: É difícil falar. Não sei ainda. O que a gente realmente quer fazer, a gente quer ensinar Matemática, programação, Física?*
> ***Noemi**: Normalmente é assim, da minha experiência com aula de Robótica, quando a gente visa só a parte da Matemática, os alunos perdem o foco.*
> ***Rogério**: Se for a questão de atividade de robótica, a aula correu bem. Se for a questão de atividade matemática, eu acho que faltou matemática.*
> ***Professor**: Vamos colocar em porcentagem. Quanto por cento de matemática aparece na aula? 80% foi aula de robótica e 20% foi de matemática?*
> ***José**: Se você levar em consideração os cálculos já feitos, aí aumenta um pouco essa porcentagem.*
> ***JPC**: Se não, foi só robótica.*
> ***José**: Porque os cálculos que eles fizeram foi para saber a distância, quanto que tem que colocar* [na programação] *para o robô não bater. Qual a distância do sensor até a ponta do robô para ele não bater. Como o robô não mudou, os cálculos são os mesmos. O cálculo que ele* [o aluno] *fazia para o robô virar, ele não vai fazer de novo. Até que era para ter feito de novo, os cálculos, mas como eles já fizeram antes, eles só aproveitaram.*
> (Sessão de Reflexão de 10/09/18)

A partir dessas reflexões, o grupo discutiu sobre a importância de trabalhar os conceitos matemáticos nas próximas aulas, embora esse caso específico do sensor envolvesse conceitos

que não estavam presentes no currículo escolar do Estado, como a Lógica Matemática, e por esse motivo, os estagiários que ministraram as aulas decidiram não desenvolvê-los:

> *Daria para trabalhar a tabela verdade, mas eu acho que vai desinteressar a maioria.* (JPC, Sessão de Reflexão de 10/09/18)

O grupo voltou a refletir sobre a necessidade de trocar o robô para as próximas aulas, pois os alunos já estavam desinteressados pelo mesmo.

7.2.4 O Sexto, Sétimo e Oitavo Ciclos do Estudo de Aula

7.2.4.1 Planejamento

A proposta inicial da 6ª, 7ª e 8ª aulas de investigação ficou sob a responsabilidade de Anninha, Bru e Noemi. As duas últimas já haviam trabalhado com RE em um projeto realizado na universidade, portanto, já sabiam programar, já tinham experiência em conduzir aulas exploratórias com RE, enquanto que, para Anninha, toda experiência era inédita durante o estágio, tanto na experimentação da RE quanto na docência. Elas escolheram trabalhar com o robô *Plotter*:

> ***Noemi**: porque a gente olhou o robô na revista[79], a gente achou ele muito interessante, a gente viu que ele desenhava. A gente leu que o robô desenhava, mas a gente não sabia como funcionava. Aí, a gente teve que montar, a gente programou, aí pegou os materiais para testar o robô. A gente viu o que ele conseguia fazer, a gente viu o que ele não conseguia fazer. Aí a gente começou a elaborar a proposta de aula, né? As tarefas, o que a gente poderia abordar com o robô. Aí, isso tudo não foi um processo vago. Foi algo pensando em algum objetivo, em alguma meta.* (Noemi, Entrevista, 2018)

Noemi ressalta a questão de ver o robô, a imagem disponível numa revista ou na *internet.* Algumas vezes tem-se o passo a passo para a sua construção, mas isso não implica dizer que a fonte, no caso, a revista, apresenta a forma de como utilizar essa tecnologia em sala de aula, ou mesmo como utilizá-la para ensinar Matemática. Os estagiários tiveram que usar a criatividade e os conhecimentos adquiridos para o planejamento das aulas. O planejamento dessas aulas foi marcado, desde o início, por grande euforia e entusiasmo do subgrupo, principalmente de Noemi:

[79] Essa revista faz parte do acervo do laboratório, adquirido juntamente com os *kits*.

> [Os diálogos dos subgrupos foram interrompidos com a euforia da Noemi com o seu robô]
> ***Noemi****: gente, olha esse robô! Ele fez um quadrado!* [A sala ficou em silêncio para ouvi-la].
> ***JPC****: E essa ponta aí?*
> ***Salazar****: Ele* [o robô] *está desenhando mesmo?*
> ***Noemi****: Gente, que robô massa!*
> ***JPC****: Coloca tempo. Coloca tempo para ele parar e fazer as viradas.*
> ***José****: Tira aquele livre, sem dar aquela freada brusca. Lá, tem o girar livre e girar sem estar livre, uma coisa assim.*
> ***Salazar****: O que ele vai fazer agora?*
> ***Noemi****: O quadrado, sem as pontinhas.*
> ***JPC****: Tem que melhorar ele é no parar mesmo. Coloca um tempo nesse movimento para ele não puxar a caneta enquanto estiver andando para a frente. Porque aí ele para, passa um segundo, ele pega e puxa a caneta.*
> ***Noemi****: Ah, entendi. Esse negócio de diminuir a velocidade, olha o tanto que é legal! Gente, esse meu robô é muito legal!*
> (Planejamento de 16/07/18)

Esse diálogo ocorreu na primeira fase de planejamento das aulas de investigação, momentos em que os subgrupos se reuniram para pesquisar seus robôs, construí-los e testá-los. Nessa aula, elas estavam testando, descobrindo o que era possível fazer com o robô *Plotter*. A segunda fase do planejamento continuou no segundo semestre letivo. Essas estagiárias trabalharam no laboratório ao lado, no qual

> *Nós tivemos a oportunidade de ficar no laboratório J2, organizando e preparando o material para a nossa aula. Nós nos organizamos da seguinte maneira: enquanto a Anninha e a Noemi iam montando o robô para testar as programações e atividades, a Bru ia pesquisando o conteúdo para as apresentações. Após a conclusão da montagem, começamos a testar o robô e conversar entre nós sobre quais atividades e desafios seriam mais interessantes para os alunos e de que maneira abordar as questões geométricas.* (Anninha, Bru e Noemi, Relatório 7, 2018)

Na segunda fase do planejamento, o subgrupo contou com a participação de outros estagiários, de outros subgrupos, para contribuir com as ideias:

> *Algumas atividades de desenhos, como a do quadrado, triângulo e de uma figura irregular foram feitas com a participação do Salazar, fazendo o papel de aluno. Enquanto a Anninha, a Bru e o Salazar iam explorando as atividades, a Noemi ia digitando as escolhidas pelo trio.*
> (Anninha, Bru e Noemi, Relatório 7, 2018)
> *Enquanto a aula ocorria no laboratório J2, as meninas (grupo da Noemi) estavam preparando a aula delas, fiquei a observar por um tempo para entender como seria a próxima atividade.*
> (Linda, Relatório 7, 2008)

Elas planejaram os *slides* com uma revisão de conteúdos de Geometria plana: figuras planas, polígonos regulares e irregulares e nomenclatura, área e perímetro. Produziram um PDF do passo a passo da montagem do robô.

No planejamento em grupo, contando com a presença de todos os estagiários e formadores, as estagiárias apresentaram as ideias planejadas:

> ***Noemi**: O nosso robô é bem diferente. Salazar, você montou o nosso robô, o que você achou do nosso robô?*
> ***Salazar**: Eu gostei. Eu achei muito interessante.*
> ***Professor**: Por que você achou interessante?*
> ***Salazar**: Porque é diferente do anterior, que é um carrinho.*
> ***JPC**: O que ele faz é muito diferente.*
> ***Noemi**: Ele desenha.*
> ***JPC**: A programação é mais ou menos a mesma coisa, mas eles têm que assimilar o que cada motor faz e como faz. Para desenhar um triângulo, por exemplo, ele tem que colocar dois motores para andar ao mesmo tempo. Eu acho que eles vão gostar desse robô.*
> ***José**: Vai utilizar a primeira programação?*
> ***JPC**: É.*
> ***Bru**: A nossa aula é mais brincadeira, mais diversão. A gente vai trabalhar partes da geometria plana. É mais para lembrar os conceitos mais básicos: polígonos, área e perímetro.*
> ***Noemi**: Deixa eu mostrar para todo mundo aqui o que o robô faz.*
> (Sessão de Reflexão de 10/09/18)

Na sequência, Noemi mostrou o robô *Plotter* executando a programação para desenhar um quadrado:

> ***Anninha**: Eles* [os alunos] *vão desenhar vários formatos de polígonos: triângulos, retângulos, quadrados.*
> ***José**: Depois que eles aprenderem a fazer os polígonos, faz eles andar num labirinto.*
> ***Noemi**: Pois é, é isso mesmo. A gente fez um labirinto.*
> ***Anninha**: No caso, o nosso robô, o que tem de Matemática, é que eles vão ter que fazer o desenho.*
> ***Noemi**: O que eu acho mais legal no nosso robô é que na hora de construir os desenhos lá, a unidade de medida que eles vão usar não vai ser em centímetros, como num caso normal, vai ser em rotações. Até no planejamento da aula passada o Salazar ficou transformando rotações para centímetros e vice-versa.*
> ***JPC**: E o que tem de Matemática, é que eles vão ter que fazer um quadrado de lado 10.*
> (Sessão de Reflexão de 10/09/18)

A programação do *Plotter*, difere das demais, no sentido de que o robô tem dois motores que executam ações distintas: um, move o robô e o outro, move o braço de plotagem do robô. Para o *Plotter* desenhar ou 'plotar' os polígonos, os alunos devem se atentar para suas definições. Por exemplo, para o quadrado, cujos lados são iguais e os ângulos retos, os alunos

precisam utilizar todos os conceitos de programação apreendidos até o momento para mover o motor do braço do robô, andar em trajetória retilínea e depois curvilínea (curva de 90°) e repetir o processo. Para alguns polígonos, como o caso do triângulo, tanto o robô se desloca quanto o braço que 'plota' as figuras, ou seja, são dois deslocamentos simultâneos, que devem ser programados separadamente, mas a execução da programação é sincronizada.

Após a sétima aula, muitas equipes não haviam concluído todas as tarefas. No planejamento ficou definido que se estenderia o trabalho com o robô *Plotter* para mais uma aula. Na sessão de 24/09/18, o grupo discutiu como conduzir essa nova aula. Alguns estagiários estavam preocupados porque as equipes de alunos estavam se desenvolvendo de forma muito heterogênea. As reflexões permitiram rever o planejamento para a aula seguinte, como na proposta da tarefa da *Construção da Casinha*, envolvendo raciocínio lógico:

> ***Noemi**: A intenção é assim, para os meninos que já terminaram o labirinto, porque o Plotter é uma impressora, eu pensei tipo isso, eles fazem uma casa de tracinhos normal e mandar eles desenhar.*
> ***JPC**: Esse da casinha, seria um desafio interessante, porque eu perguntei para o Ivan, ele falou que não consegue fazer aquela casinha simples, sem tirar o lápis do papel. Esse seria um desafio interessante para eles.* [...] *A casinha é só um quadradinho e um triângulo em cima, gente.*
> ***Professor**: Você falou em casinha, eles vão desenhar uma casa?*
> ***Pesquisadora**: Essa ideia é boa. Podia fazer até antes do desenho livre, né? O livre talvez fosse o último, porque o livre, talvez compense essa questão de desenvolvimento das equipes. Quem está mais adiantado, quem está menos, lá no livre tem um momento que um alcança o outro.*
> ***Noemi**: Aí, então a gente faz isso: termina essas tarefas, a gente troca a ordem, pede a da casinha, depois o desenho livre.*
> (Sessão de Reflexão de 24/09/18)

O grupo finalizou as etapas para a tarefa *Construção da Casinha* e as tarefas extras e também decidiu colocar os próprios alunos para se ajudarem na resolução dos trabalhos.

7.2.4.2 As 6ª, 7ª e 8ª Aulas de Investigação: Geometria Plana com o Robô Plotter

Na sexta aula de investigação, Anninha, Bru e Noemi conduziram a parte de desconstrução do robô *Castor Bot* para que fosse construído o novo robô. Cada equipe de alunos desmontou e separou as peças nos respectivos *kits*, atentando para o cuidado e a manutenção dos mesmos. As estagiárias fizeram uma dinâmica com balões para redefinir as equipes de trabalho dos alunos:

> *Fizemos essa brincadeira, que consistia em cada um estourar um balão e dentro dele havia um número, os que saíssem com o mesmo número, a partir daquele momento, era uma nova equipe.* (Salazar, Relatório 7, 2018)

Em seguida, as equipes iniciaram a construção do novo robô, o *Plotter*. As estagiárias apresentaram um *slide* sobre o novo protótipo, relacionando com objetos do cotidiano: uma contextualização com o meio de atuação do *Plotter,* como a arquitetura, *design* e moda.

> *Foi dado um tempo para que os alunos explorassem o robô, e junto às duplas, as estagiárias foram levantando algumas questões do tipo: "Como vai ser a programação desse robô?" e "Quais as limitações do robô?".*
> (Anninha, Bru e Noemi, Relatório 8, 2018)
> *É um processo de conhecer as limitações da máquina e suas potencialidades.*
> (Anninha, Bru e Noemi, Artigo, 2018)

Na sétima aula de investigação, as estagiárias Anninha e Noemi apresentaram um *slide* com uma revisão, de forma expositiva, dos conceitos de Geometria necessários para a aula: Figura Plana; Polígonos; Polígonos Regular e Irregular; Nomenclatura de Polígonos; Perímetro e Área (Triângulo, Retângulo, Quadrado; Losango e Trapézio); Área do círculo.

As equipes de alunos receberam uma lista impressa com as tarefas (Quadro 13), juntamente com cartolina, canetinhas hidrográficas coloridas, fita métrica e régua:

Quadro 13 – Tarefas para as sexta e sétima aulas de investigação

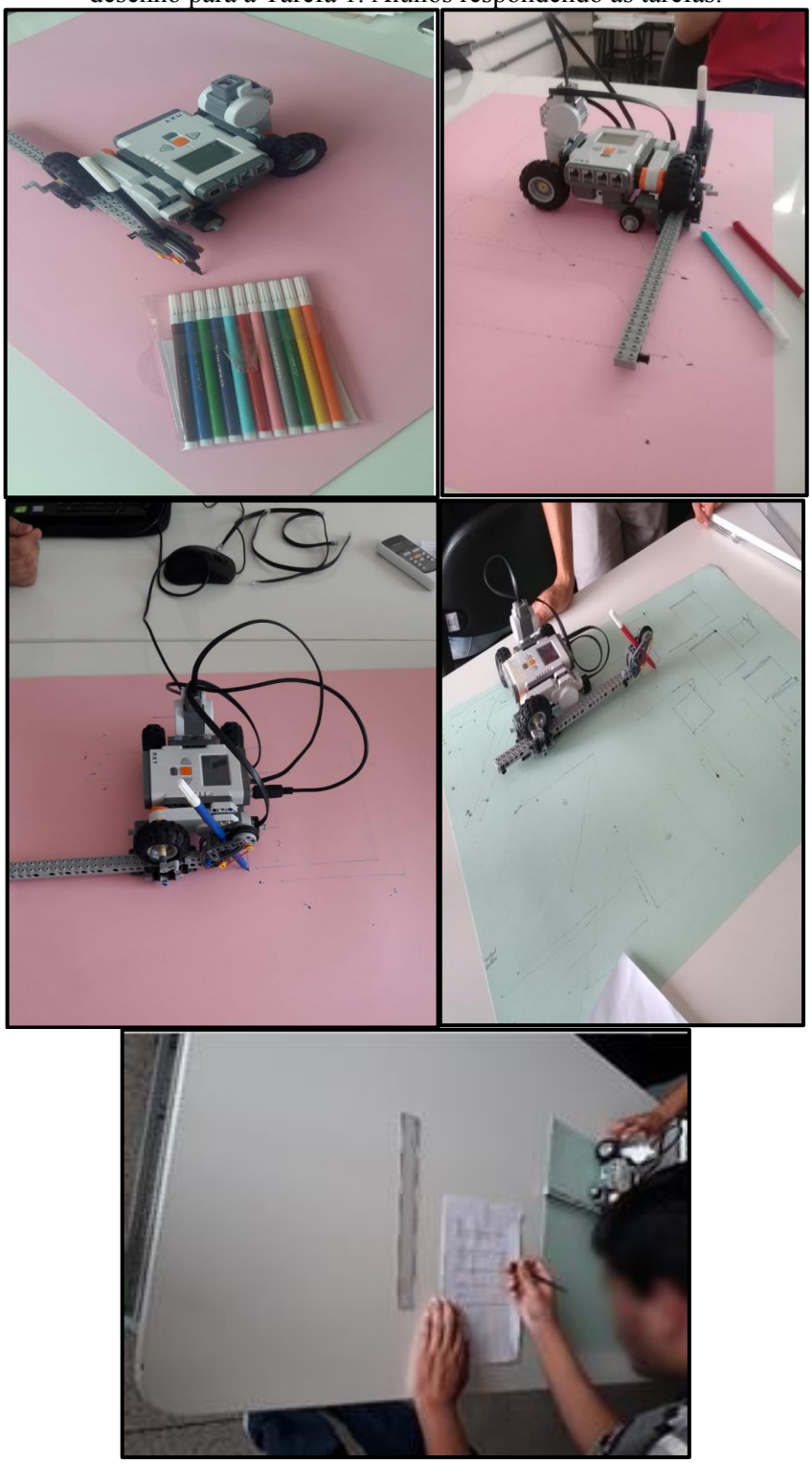
Tarefa 1: Programe o Plotter para desenhar um quadrado. Qual é o perímetro dessa figura?
Tarefa 2: Agora, programe o robô para que ele faça um quadrado com área de 100 cm². Qual é a medida de cada lado?
Tarefa 3: Programe o Plotter para desenhar um triângulo retângulo. Qual é a área dessa figura?
Tarefa 4: Com o Plotter, desenhe um polígono irregular da sua escolha e calcule a área e o perímetro.
Tarefa 5: Desafio do labirinto.
Tarefa 6: Você tem tinta suficiente para desenhar um retângulo de perímetro de, no máximo, 20 cm? Desenhe de modo que sua área seja máxima.
Tarefa 7: Faça um desenho livre com o robô.
Tarefa Extra: Construção da Casinha - sem tirar a canetinha do papel.

Fonte: Dados da Pesquisa.

As estagiárias foram passando pelas equipes e questionando os alunos sobre os Polígonos Regulares (Figura 80):

> *É neste momento que temos a oportunidade de fazer emergir o conteúdo de Matemática, oportunidade de questionar o que são as formas, suas características, ou seja, revisando com eles os conceitos de polígonos e aprofundar no conteúdo Polígonos Regulares*.
> (Anninha, Bru e Noemi, Artigo, 2018)

Figura 80 – Robô Plotter construído. Robô Plotter fazendo desenhos e o labirinto. Plotter fazendo o desenho para a Tarefa 1. Alunos respondendo às tarefas.

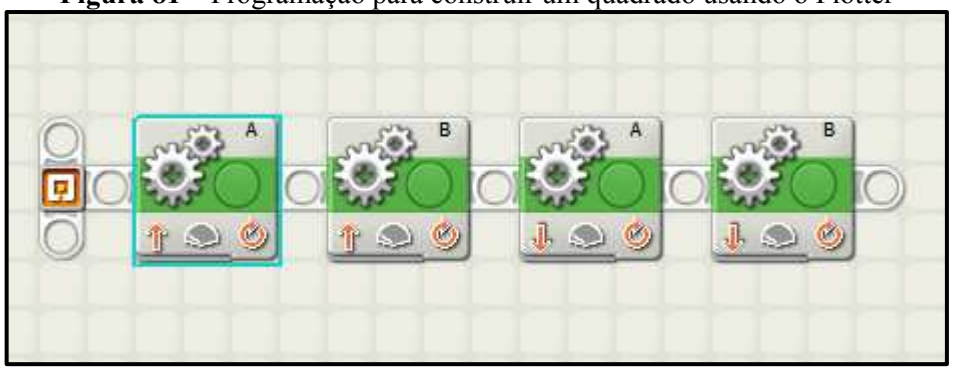


Fonte: Dados da Pesquisa.

As estagiárias apresentaram uma solução para a Tarefa 1 (Figura 81) e uma proposta de solução para a programação:

> *No que se refere à programação do robô Plotter para a construção de um quadrado, uma possível programação seria: programar o robô para acionar o seu braço o movimento de uma rotação (considerando que o braço está recolhido e próximo ao robô); em seguida, fazer com que o robô ande para a frente o equivalente à distância que o braço deslocou; concluída esta fase, fazer com que o braço seja recolhido e, finalmente, retornar à posição original. Esses quatro passos simétricos têm como orientação desenhar um quadrado sobre uma folha.* (Anninha, Bru e Noemi, Artigo, 2018)

Figura 81 – Programação para construir um quadrado usando o Plotter



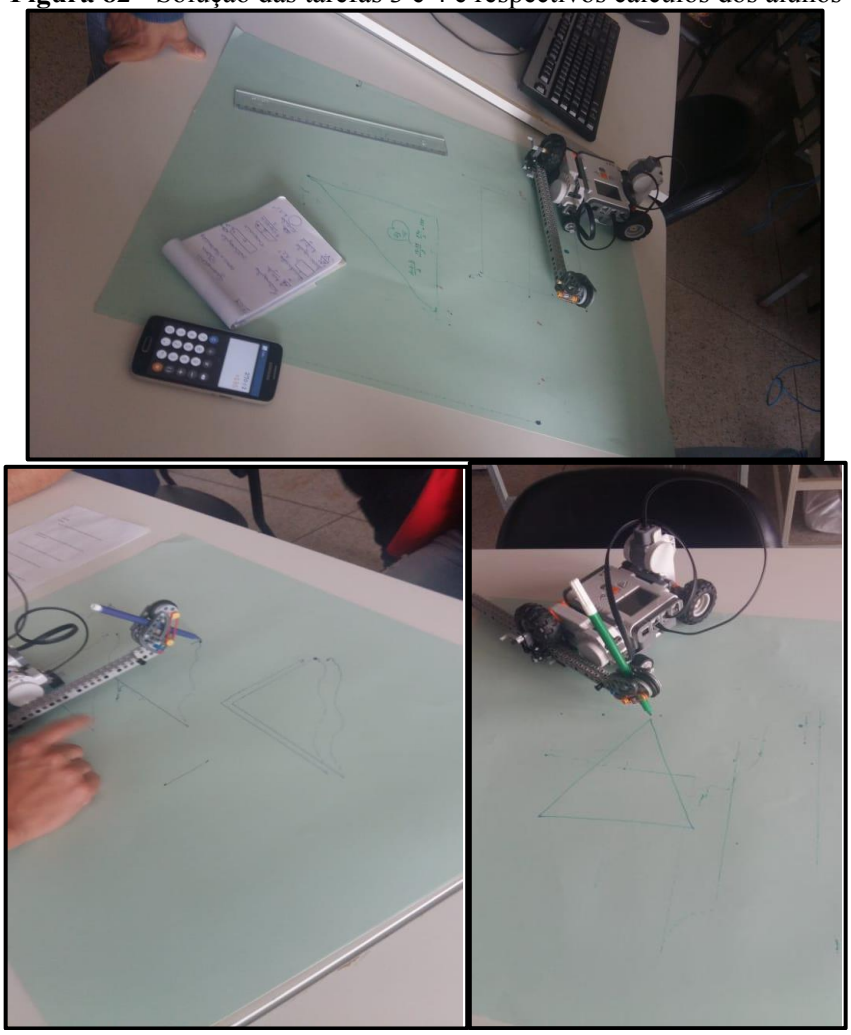
Fonte: Dados da Pesquisa.

Na sequência das atividades, na tarefa 4 (Figura 82), elas pediram para que os alunos construíssem um Polígono Irregular qualquer e calculassem sua área:

> *Para se obter a área do polígono irregular foi necessário decompor o polígono em polígonos regulares, que possuem a fórmula de áreas conhecidas.* (Anninha, Bru e Noemi, Artigo, 2018)

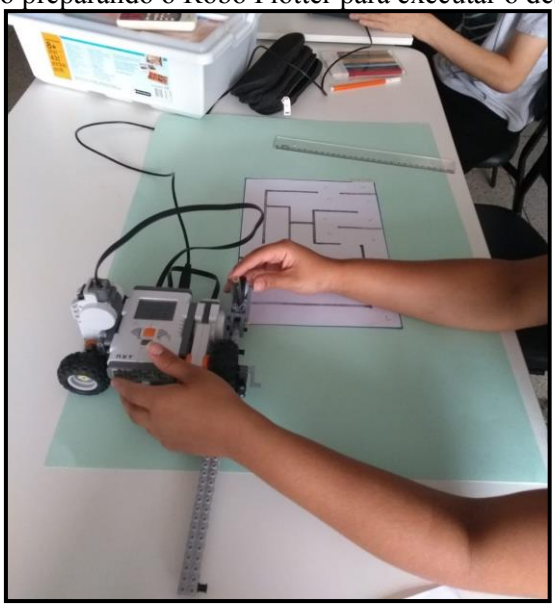
Como alguns alunos não concluíram as tarefas nessa aula, as atividades foram estendidas para a oitava aula de investigação. Nessa aula, os estudantes fizeram o labirinto (Figura 83), tarefa em que teriam que utilizar o *Plotter* para riscar o caminho escolhido para a saída. Os alunos faziam os testes primeiramente num papel, para depois programar o robô para executar a trajetória.

Figura 82 - Solução das tarefas 3 e 4 e respectivos cálculos dos alunos



Fonte: Dados da Pesquisa.

Figura 83 – Aluno preparando o Robô Plotter para executar o desenho do labirinto



Fonte: Dados da Pesquisa.

Nesse desafio, os alunos tinham que fazer com que o robô traçasse o caminho certo do ponto de 'Partida' à 'Chegada', o qual precisavam medir com a régua e fazer a programação de cada parte dessa trajetória (usando as programações em trajetória retilínea e curvilínea). Como desafios extras, as estagiárias propuseram a *Construção da Casinha*, sem tirar a canetinha do papel. Esse desafio envolve o raciocínio lógico. Para aqueles alunos mais adiantados, outra tarefa proposta foi realizar o segundo caminho do labirinto, uma vez que haviam dois percursos possíveis.

7.2.4.3 As Sessões de Reflexão

***Sessão de Reflexão sobre a 6ª e 7ª aulas de investigação*:** Sobre a 6ª aula de investigação, as estagiárias informaram as principais ações da aula e o desenvolvimento de cada equipe de alunos, as aprendizagens com relação à robótica educacional e também com relação à Matemática. Sobre a 7ª aula de investigação, ocorreram alguns imprevistos que prejudicaram o desenvolvimento da aula, como a queda no fornecimento de energia elétrica na universidade. Quando a energia foi restabelecida, foi voltando em fases e alguns computadores não religaram imediatamente. Assim, algumas duplas não tiveram como trabalhar nas tarefas, se dispersaram conversando ou mexendo no celular, mas nada que atrapalhasse o andamento das atividades das demais duplas. Os futuros professores observaram que esses imprevistos desmotivaram alguns alunos, deixando-os dispersos e desanimados para a participação nas atividades no restante da aula. Mesmo após a reinicialização dos computadores, algumas alunas precisaram ser incentivadas a voltar para a realização das tarefas. Com isso, os futuros docentes viram que, ao trabalhar com tecnologias, muitas vezes ocorrem imprevistos, que o professor precisa aprender a lidar com o inesperado no cotidiano da sala de aula. A estratégia utilizada por JPC foi o diálogo com as alunas:

> ***Professor**: Será que esses meninos estão desmotivando?*
> ***JPC**: Os meninos não estão desmotivados, não. Mas no caso da Mirele e da Daniela, não sei se foi por causa da falta de energia, até depois do intervalo elas não tinham começado a resolver as tarefas. Aí, depois do intervalo eu fui lá ver o que estava acontecendo e perguntei: onde vocês estão? Elas: não, nós não fizemos nada ainda, não. Aí, eu sentei com elas e fui conversando. Aí que elas reanimaram para começar a fazer as tarefas.*
> (Sessão de Reflexão de 24/09/18)

As equipes avançaram de formas diferentes devido à queda de energia e ao próprio ritmo de aprendizagem de cada aluno:

> ***Professor**: Você sugere fazer o quê?*
> ***JPC**: Assim, dar um jeito de fazer todo mundo alcançar, porque deu a folha para eles e ficou todo mundo solto, à medida que cada um ia avançando. Aí, tem uma galera que não estava progredindo.*
> ***Noemi**: A equipe das meninas que eu estava* [acompanhando], *aqui na frente, estava no passo 10* [da construção do robô] *e os meninos, aqui, já tinham terminado a montagem. Aí a gente começou as tarefas e pediu para as meninas continuar a montagem. Quando elas terminaram de montar, os meninos daqui já estavam na segunda tarefa. Entendeu?*
> ***Yoda**: Mas os meninos daqui já chegaram no labirinto.*
> ***Professor**: Por que alguns estão lentos assim?*
> ***JPC**: Falta de passar o que eles estão imaginando para a linguagem de programação do robô.*
> ***Bru**: Tipo assim, igual o Ivan. Ele sabe fazer as contas certas, ele imagina bem, a gente usou Pitágoras com eles para o desenho do triângulo. Ele sabe fazer as contas certas, ele sabe falar para a gente, mas ele ainda não sabe passar aquilo para a programação. Ele gosta de pensar muito, de fazer todas as contas. Tudo que ele faz, tem que ser bem medidinho.* [...] *Eles podem terminar o labirinto e a gente traz umas questões extras para quem terminar, na próxima aula.*
> [...]
> ***Noemi**: Cada um tem o seu jeito de se desenvolver.*
> ***Salazar**: Vamos aproveitar os meninos para uns ajudar os outros.*
> ***Professor**: Isso que eu ia falar. Talvez a gente possa falar: ô, galera, como já estamos finalizando esta parte, agora vocês vão ajudar os colegas a terminar.*
> (Sessão de Reflexão de 24/09/18)

Essa reflexão foi importante no sentido de resgatar uma das principais contribuições do trabalho com robótica educacional, que é o trabalho em equipe. A troca de experiências entre as equipes é muito rica e contribui para a aprendizagem dos alunos. Assim, na aula seguinte, os estagiários estimularam os próprios alunos a se ajudarem na realização das tarefas, auxiliando nas dúvidas dos colegas, mostrando a forma que encontraram para resolver os problemas.

O grupo discutiu sobre uma dupla de alunos (Emília e Paulo) que estava tendo dificuldades nas últimas aulas, e sugeriram a mudança de equipes. O grupo refletiu que a estratégia para essa sequência de aulas apresentou um bom resultado, principalmente para a aluna:

> ***Salazar**: Separar a Emília e o Paulo, foi excelente.*
> ***Pesquisadora**: Ah, foi bom? Mas pelo visto, a separação da dupla foi boa para a Emília, mas para o Paulo, não?*
> ***Salazar**: É, para a Emília foi muito bom, ela está interagindo bem com a outra aluna. Mas para o Paulo, não.*
> ***Anninha**: Eu acho que o Paulo gosta de montar o robô, mas de programar, não. Ele não gosta de interação.*
> ***Bru**: Mas até o Paulo está desenvolvendo, o interesse dele aumentou bastante.*
> (Sessão de Reflexão de 24/09/18)

Ao perceber que as estratégias estavam alcançando o objetivo, Salazar fez uma reflexão importante:

> ***Salazar**: Você viu o que a gente está fazendo? Nós estamos preocupados com 20% da turma que não está motivada.*
> ***Pesquisadora**: É, porque os outros estão bem motivados, participam de tudo.*
> ***Salazar**: No começo, você lembra o que a gente falava? Se 50% da turma está bem, então vamos? Até a gente está mudando.*
> (Sessão de Reflexão de 24/09/18)

Essa constatação do estagiário foi muito significativa e mostra uma mudança de postura do grupo. Em vários momentos, durante as sessões de reflexão, alguns estagiários levantavam a preocupação sobre a aprendizagem e baixa participação de alguns poucos alunos, mas o restante do grupo não se interessava pelo problema. Acreditavam e justificavam que se a maior parte da turma está desenvolvendo e aprendendo, o objetivo já foi alcançado. Mas insistimos por diversas vezes que nosso objetivo era mostrar que todos alunos eram capazes de aprender e que, com alguns mudanças poderíamos alcançar a todos. Compreendemos que essa foi uma importante aprendizagem construída pelos estagiários, perceber que só há ensino se há aprendizagem e cabe ao professor promover os meios para que a aprendizagem de fato ocorra.

O grupo de futuros professores estava preocupado em promover a Matemática a partir das tarefas com robótica educacional. Nas duas últimas sessões de reflexão, o tema surgiu nas discussões: se a aula era mais robótica educacional, portanto, mais lúdica, ou mais Matemática.

> ***Professor**: Como foram as atividades e conteúdo de Matemática. O que teve?*
> ***Anninha**: Geometria.*
> ***Professor**: O que mais?*
> ***Noemi**: Regra de três.*
> ***Professor**: Quanto por cento foi Matemática e quanto foi lúdico?*
> ***Salazar**: Acho que 60% foi Matemática e o restante, lúdico.*
> ***Bru**: Eles fizeram muita conta. Eles podiam muito bem chegar no computador e testar a programação.*
> ***Professor**: Mas eles fazem as contas primeiro?*
> ***Bru**: Sim, falam: 'não, mas eu vou tirar 0,1 daqui e eu vou tirar quanto dali'?*
> ***Noemi**: Na hora de fazer o labirinto, o robô passava em cima da linha preta. Eles falavam assim: 'E o que a gente faz? Será que a gente diminui a velocidade? Diminui a quantidade que tem que andar'? Eles faziam as continhas e iam testando.*
> ***Salazar**: Eu acho que em relação ao conteúdo de Matemática, eles aprenderam.*
> ***Bru**: Eles usaram hipotenusa, os catetos, tudo direitinho. Eles faziam as continhas, tudo direitinho. Eu achei o máximo.*
> (Sessão de Reflexão de 24/09/18)

***Sessão de Reflexão sobre a 8ª aula de investigação*:** Os estagiários apresentaram as questões observadas a partir do questionário que aplicaram na aula anterior:

> ***Professor**: Você está com os questionários?*
> ***Salazar**: Sim.*
> ***Professor**: Você analisou eles? Qual foi a porcentagem de diversão e a porcentagem de Matemática? Você lembra?*
> ***Salazar**: Todos anotaram que gostaram das minhas aulas. Onde tinha Matemática, era nas continhas. Muitos falaram que os estagiários são extrovertidos. Não sei até que ponto ser extrovertido é positivo.*
> ***Professor**: Não entenda a questão deles acharem os estagiários divertidos, como negativo, não. Isso é porque houve empatia entre professor e aluno.*
> ***Anninha**: É porque, é assim, eu estava conversando com eles, o costume é entrar na sala de aula e, às vezes, o professor já começa a matéria. Aqui não, eles se identificam com a gente. A gente está ali, ensinando eles, alguma coisa que eles não sabem. Eles vêm a gente como professor, respeita como professor, mas parece que eles não vêm como o professor da escola deles.*
> ***Professor**: Não existem barreiras de comunicação. Vocês estão abertos para conversar.*
> ***Anninha**: E conversar sobre qualquer coisa.*
> ***Salazar**: O meu medo é até onde eles só vêm a gente como divertidos? Porque só um colocou que a gente ensina Matemática.*
> ***Pesquisadora**: Vamos pensar, né? Até que ponto está ficando a Matemática? É só diversão?*
> ***Anninha**: Mas no questionário, quando eu apliquei, eu pedi para eles escreverem o que eles estavam sentindo naquele momento. Às vezes, eles não colocaram que a gente ensina Matemática porque, no momento, estava uma aula bem extrovertida. Mas eles não escreveram explicitamente, teve algumas questões que a gente passou, eles souberam responder tudo certinho. Sobre a definição da área e do perímetro, que a gente colocou, às vezes eu chegava, eles estavam com o caderninho na mão, aí eles fechavam o caderno. Eu perguntava: o que é perímetro? 'A soma dos lados, você não falou'? Eu saía e perguntava para outro: como que calcula a área do quadrado? 'Ah, lado vezes lado. Você não ensinou isso'? Perguntava para outra pessoa: como faz o cálculo disso? Eles estavam sabendo. Na última aula eu fiquei mais perto do Otávio e do Alan. O que ele não entendeu foi porque o Alan, na pergunta do perímetro, falou que era um quadrado de 5 por 5. E o Otávio falou para ele que não, não podia ser um quadrado. Eu peguei e ofereci o computador e falei: vocês podem procurar algo que pode ajudar a responder à questão e procure pelas definições. Aí, o Alan viu e falou: 'todo quadrado é um retângulo, mas nem todo retângulo pode ser um quadrado'. E falou para o Otávio. O Otávio falou: não, deixa isso daí, isso, é diferente. Aí o Alan foi lá na definição e falou: 'o quadrado é um retângulo, mas nem todo retângulo pode ser um quadrado'.*
> (Sessão de reflexão de 01/10/18)

Por fim, ao término das aulas com o *Plotter*, o professor queria compreender a percepção dos estagiários com relação à repetição dessa aula com outras turmas. Além disso, quais conteúdos ainda poderiam ser explorados com o robô:

> ***Professor**: E o robô Plotter, vale a pena ser replicada a aula em outra turma?*

> ***Linda**: Sim, com certeza.*
> ***Professor**: Mas por que vocês acham que sim?*
> ***Linda**: Não sei, eu achei diferente.*
> ***Leka**: Ele é bem diferente dos outros que a gente está acostumado a trabalhar.*
> ***Linda**: O Plotter é uma impressora, né? Então, eu acho que dá para trabalhar outras coisas além do que foi trabalhado, ângulos, por exemplo. Então, dá para trabalhar outros conteúdos.*
> ***Professor**: Que conteúdo, por exemplo?*
> ***Linda**: Ah, sei lá, função. Não sei se eles conseguem desenhar o gráfico de uma função.*
> ***José**: Dá para desenhar os gráficos.*
> ***Professor**: Qual a atividade que foi mais interessante para os meninos? No questionário apareceu?*
> ***Anninha**: Labirinto.*
> ***Professor**: Por que o labirinto?*
> ***Yoda**: Eu acho que foi mais fácil deles programar.*
> ***Salazar**: Eu acho também que pela emoção deles conseguirem chegar até o final.*
> ***Yoda**: No labirinto tinha a dificuldade de fazer os dois motores andarem simultaneamente.*
> ***Noemi**: É emoção. Eles tinham que vir aqui* [mostrando no labirinto em papel]*, pensar, fazer o raciocínio, medir com a régua, voltar, testar, fazer isso n vezes até dar certo e só no final, riscar e chegar no objetivo. Eu acho que por isso, ficou bem dinâmico, tanto na robótica quanto na matemática.*
> (Sessão de reflexão de 01/10/18)

Os comentários e observações relatadas demonstraram que todos os alunos gostaram muito dessas aulas, principalmente porque exploravam todos os conceitos da robótica educacional trabalhados nas aulas anteriores, avançando um pouco o nível de dificuldade, uma vez que, em determinadas situações, a programação envolvia dois motores executando ações distintas, simultaneamente. Para mais, as aulas atenderam às expectativas, pois envolviam vários conceitos matemáticos e possibilitaram aos alunos revisar conceitos de Geometria que, muitas vezes, são deixados de lado pelo professor. Ademais, após as três aulas com o mesmo robô, os estagiários interagiam melhor com o protótipo e conseguiam perceber outros conteúdos que poderiam ser abordados, para além daqueles propostos pelo subgrupo.

7.2.5 O Nono e Décimo Ciclos do Estudo de Aula

7.2.5.1 Planejamento

A nona e décima aulas de investigação foram propostas por Linda e Rogério, cujo título foi Explorando Geometria Analítica com o Seguidor de Linha, e ocorreram respectivamente em

05 e 26/10/18. O robô construído e testado pela dupla foi um carro adaptado, com os sensores ultrassônico e o de luz[80], com o objetivo de:

> *Ensinar distância entre dois pontos, usando o seguidor de linha. Devemos auxiliar os alunos para que cheguem a uma montagem que não prejudique a eficiência do robô. Ex.: o sensor de luz não pode ficar muito distante do chão, e o sensor ultrassônico não pode "enxergar" a ele mesmo.* (Linda e Rogério, Plano de aula, 2018)

Os estagiários planejaram a retomada do uso dos sensores no robô, explorando agora o sensor de luz além do sensor ultrassônico. A proposta era que, utilizando um mapa construído no piso da sala, os alunos programassem seus robôs para se deslocarem de um ponto a outro nesse mapa, que aqui, no caso, representavam algumas cidades do Estado de Goiás.

> *A proposta de atividade será dada da seguinte forma:*
> *No chão da sala será fixado um grande plano cartesiano, onde este estará representando um gráfico (a estrada). A estrada, que será o percurso, passará por algumas cidades goianas e estas serão representadas por pontos cartesianos. Serão o total de 3 desafios: desafio envolvendo o uso do sensor, desafio envolvendo conceitos principais de Geometria Analítica e desafio, caso os alunos terminem os anteriores rapidamente.* (Linda e Rogério, Plano de aula, 2018)

Durante o planejamento em 01/10/18, foram discutidos os pontos principais da aula e as sugestões de melhoramento:

> ***Linda**: Na próxima aula a gente vai trabalhar com o seguidor de linha. A aula já está montada, mas só que alguns estagiários tinham comentado de introduzir o tapete, para os meninos brincar um pouco com o tapete. Daí a aula já está montada de outra forma, mas se vocês acharem que o tapete seria uma boa introdução para a próxima aula ainda, a gente muda.*
> ***Professor**: Continua o foco do que está sendo planejado para a sua aula. Se der, no final da aula, faz um desafio no tapete. Passa esse material para todos, com antecedência. Dê uma olhada nos robôs, nas baterias.*
> (Sessão de reflexão de 01/10/18)

O grupo apresentou a sugestão de os próprios alunos inserirem as cidades (pontos) no plano cartesiano, desenhado no chão, e não colocar o mapa pronto. O desafio do tapete de competição de robótica ficou como desafio extra. Os alunos ainda não haviam estudado o conceito de distância entre dois pontos na escola, visto que esse conteúdo faz parte do currículo

[80] Sensores de luz medem a quantidade de luz que incide em uma fotocélula. *Fotocélulas* [...] são sensíveis a luz. Tal sensibilidade se reflete na resistência do circuito a que elas estão conectadas. A resistência de uma fotocélula é baixa quando ela é iluminada, indicando uma luz brilhante, e é alta quando está escuro. Nesse sentido, um sensor de luz é, na verdade, um sensor de 'escuro'". (MATARIĆ, 2014, p. 115)

da terceira série do Ensino Médio. Logo, a proposta da aula foi que os alunos construíssem esse conceito a partir da investigação matemática, por meio da construção do triângulo retângulo e utilização do Teorema de Pitágoras. Os estagiários apresentariam a formalização do conceito aos alunos apenas no final das tarefas, como forma de sintetizar os principais conceitos desenvolvidos. Nesse momento, o grupo discutiu sobre essa abordagem para cálculo da distância entre dois pontos.

7.2.5.2 A 9ª e 10ª Aulas de Investigação: Explorando Geometria Analítica com o Seguidor de Linha

Os estagiários iniciaram a nona aula de investigação dividindo os alunos em duplas e trios, por meio de um sorteio. Na sequência, os futuros professores apresentaram *slides* com a explicação sobre o sensor de luz, como ele funciona, além de exemplos em nosso cotidiano. Realizaram perguntas do tipo "*Vocês sabem como o sensor de luz funciona*"? ou "*Onde podemos encontrar o sensor de luz em nosso dia a dia*? ou "*Onde podemos encontrar o sensor de luz na natureza*?". Após discussão e apresentação, os alunos passaram para a construção do novo robô, um carro, em que cada dupla realizou de forma livre e criativa, a acoplagem do sensor de luz e do sensor ultrassônico. A construção livre é uma forma de desenvolver a criatividade dos alunos, pois precisam considerar toda a estrutura do robô, rigidez e, nesse caso, funcionamento dos sensores:

> *No momento da execução do acréscimo dos sensores, os alunos demoraram mais tempo do que foi planejado, levando assim à conclusão que tiveram um pouco de dificuldade, principalmente na parte de conhecimento sobre as peças.* (Linda e Rogério, Relatório 9, 2018)

Terminado o processo de montagem, os futuros professores apresentaram as tarefas (Quadro 14) aos alunos, divididas em duas categorias, uma, envolvendo a programação do sensor de luz e ultrassônico e a outra, envolvendo questões de Geometria, Geometria Analítica e Aritmética, como Sistema de Coordenadas (plano cartesiano, ponto, etc.), Distância entre Dois Pontos, Triângulo Retângulo e Teorema de Pitágoras, além do desafio extra.

Quadro 14 – Desafios propostos na nona e décima aulas de investigação

I - Desafios envolvendo o sensor de luz e ultrassônico
1. Identificar a linha preta e segui-la;

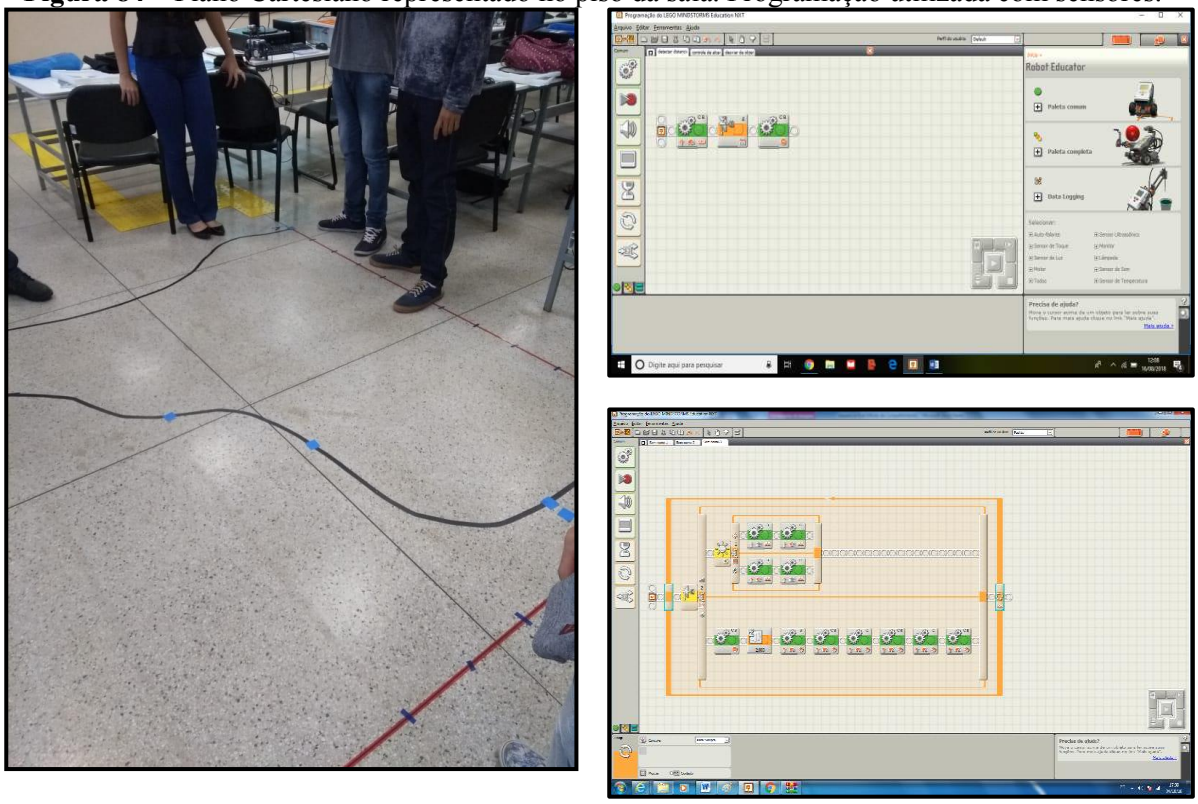
2. Seguir a linha preta e caso tenha algum obstáculo pelo percurso, desviar do mesmo e continuar seguindo a linha preta.

II - Desafios envolvendo geometria analítica
Cada cidade terá sua respectiva coordenada cartesiana e, a partir desta, calcule a distância entre os dois pontos.
3. Identificar qual a menor distância entre as cidades A e B.
4. Calcular, sem o uso de fita métrica, qual é essa distância. Programar o robô para deslocar de A até B.
III - Desafio extra: programar o sensor para andar sobre o tapete de competição

Fonte: Dados da Pesquisa.

No piso da sala foi construído um plano cartesiano utilizando fitas adesivas de pvc coloridas (Figura 84). Cada equipe recebeu uma coordenada cartesiana, que representava a localização de uma cidade (foram utilizados nomes de algumas cidades goianas), e marcou-a no plano cartesiano com a fita azul. Os pontos demarcados foram ligados por uma linha curva, registrada com a fita preta, representando a estrada que liga as cidades.

Figura 84 – Plano Cartesiano representado no piso da sala. Programação utilizada com sensores.

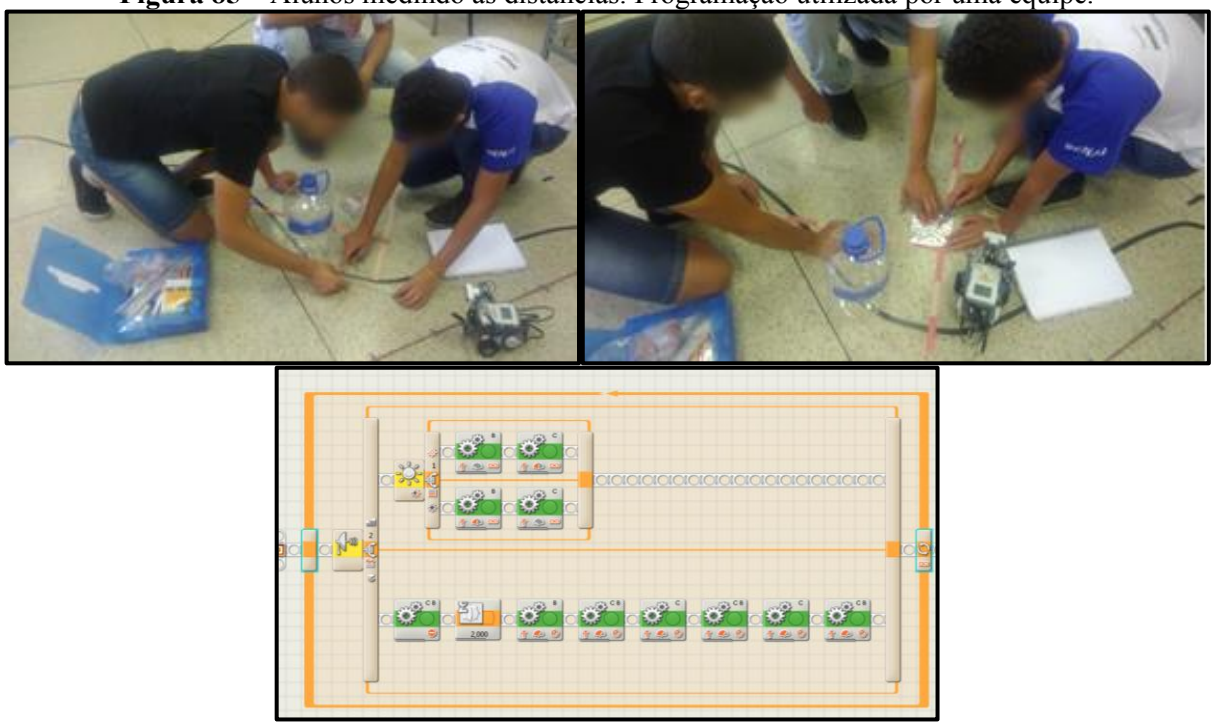


Fonte: Dados da Pesquisa.

A primeira tarefa consistiu em programar o robô, utilizando o sensor de luz, para identificar a estrada que une as cidades no plano cartesiano e, em seguida, realizar o percurso

do início ao fim. A segunda tarefa consistiu em programar o robô para desviar dos obstáculos colocados ao longo do caminho (Figura 85). Nesse caso, os alunos tiveram que usar o sensor ultrassônico em conjunto com o sensor de luz para que, juntos, fizessem com que o robô seguisse a linha e também desviasse dos obstáculos colocados. Os alunos tinham que programar a reação que o robô teria quando detectasse o obstáculo, por exemplo, virar para a direita, para que, por fim, voltasse a seguir a linha. Todas as condições colocadas no problema impõem uma programação mais complexa, que envolve vários elementos, como a programação de dois sensores agindo simultaneamente, como também dos motores de deslocamento do robô.

Figura 85 – Alunos medindo as distâncias. Programação utilizada por uma equipe.



Fonte: Dados da Pesquisa.

Conforme as equipes iam terminando o desafio, os futuros professores explicavam o desafio seguinte. Na tarefa 3, cada equipe deveria deslocar seu robô da sua cidade A para a cidade B. Para isso, deveriam encontrar a menor distância entre as cidades A e B, sem a utilização da fita métrica ou qualquer instrumento de medição. O objetivo da tarefa consistia em conduzir as equipes ao cálculo dessa distância, utilizando os recursos matemáticos já conhecidos, como o Teorema de Pitágoras. Como cada equipe partia de uma cidade diferente, o trabalho de uma equipe era diferente da outra, e por fim, realizaram a tarefa 4.

7.2.5.3 A Sessão de Reflexão

Devido aos feriados, houve um intervalo de duas semanas entre uma aula e outra, o que impossibilitou que fossem realizadas duas sessões de reflexão. Assim, na mesma sessão foram discutidos os pontos principais levantados pelo grupo. A sessão de reflexão iniciou com o relato sobre as aulas e a avaliação da dupla de estagiários responsáveis. Segundo eles, os objetivos foram alcançados:

> ***Rogério**: A proposta era fazer eles, por meio de uma dinâmica, usar o plano cartesiano e aprender calcular distância entre dois pontos. Eu acho que eles conseguiram, a gente trabalhou com cada um, perguntando de um para o outro. A gente ensinou. A gente nem chegou a levar para o quadro porque eles terminaram em tempos muito diferentes, sabe? A gente foi passando dupla por dupla, sabe?*
> ***Linda**: Foi. Os daqui do fundo demoraram um pouco mais. Os da frente foram bem rápidos. A gente nem foi no quadro, foi na mesa de cada um explicando qual seria o próximo desafio. À medida que eles iam terminando, a gente ia falando com eles.*
> ***Rogério**: A parte matemática, eu acho que foi ok. Os desafios, eles concluíram bem. O que eu senti foi que, por eles terem ficado essas semanas parados, eles voltaram desanimados. Muitos tiveram que refazer muita coisa. Teve programação deles que eles não salvaram, eles tiveram que refazer toda a programação. Teve dupla que já não lembrava da programação, sabe?*
> (Sessão de Reflexão de 29/10/18)

Segundo os estagiários, a primeira parte da tarefa 1 foi rápida, pois os alunos concluíram as marcações com facilidade. Para a maioria das equipes, a segunda parte do desafio levou mais tempo para ser concluída, pois os alunos tiveram dificuldades para programar o sensor de luz. Além disso, o sensor era programado para seguir a linha preta, a estrada. Contudo, o próprio piso era repleto de pequenos pontos pretos que, quando identificados pelo sensor, faziam com que o robô se desviasse do percurso correto:

> *Um ponto a se destacar, é o erro do próprio local de percurso, pois o piso é repleto de pontos pretos, o que fazia o robô se confundir, com isso, alguns alunos demoraram a chegar no resultado esperado, mesmo com a programação correta.* (Linda e Rogério, Relatório 9, 2018)

Mais uma vez os futuros professores tiveram que aprender a lidar com o inesperado: duas semanas sem aula devido aos feriados, eventos científicos seguidos, a utilização do material em outras ações da universidade, com isso, alguns robôs foram desmontados e não houve tempo para que os estagiários refizessem a construção. Além disso, alguns alunos não salvaram a programação e tiveram que refazer tudo. Ainda foram apontadas questões específicas da Robótica:

> ***Professor**: O que você viu de problema nessa aula? O objetivo das nossas análises também é nossas aulas ficarem melhores ainda.*
> ***Stephen Hawking**: Eu acho que nem todos seguiram a mesma programação, então, eles* [futuros professores] *podiam tentar padronizar uma programação.*
> ***Professor**: Você propõe que a solução seria trabalhar com uma programação padrão?*
> ***Stephen Hawking**: Seria trabalhar com uma programação padrão no caso, para que todos entendessem. Tipo assim, no começo eles deram dois tipos de programação. Uma era fazer com que os dois motores funcionassem ao mesmo tempo, só que modificando a questão da força e a outra, era a tradicional, tipo assim, um motor parava enquanto o outro andava e vice-versa. Como eles deram essas duas propostas, eu acho que eles seguiram corretamente e viram os que fizeram pela primeira proposta, se os alunos estavam com dificuldades, tentaram ajudá-los em relação àquela proposta. Já na outra, eles ficaram tentando executar a outra proposta, eles viram quem estava executando aquela proposta e ajudaram. Eu não sei se é que não ficou bom, se eles conseguiram resolver esse problema depois.*
> ***Professor**: Pelo seu olhar, os alunos acharam as soluções pelos dois caminhos?*
> ***Stephen Hawking**: Sim, teve um que eu estava ajudando lá, o problema na programação foi falta de concentração. O aluno fez a programação certinha, só que de repente, a gente analisava lá, ou faltava algo, ou a porta estava trocada ou não estava colocando em rotações e precisava ser em rotações. Eu acho que nessa questão, eles conseguiram resolver o problema, depois que eles colocaram as duas programações diferentes, eles conseguiram resolver ajudando os grupos com as respectivas programações que eles tinham escolhido.*
> ***Professor**: Foi uma intervenção pontual, em cada equipe?*
> ***Stephen Hawking**: Sim.*
> (Sessão de Reflexão de 29/10/18)

Esse relato evidencia que os alunos resolvem o mesmo problema por caminhos distintos. Além da questão da programação, os estagiários estavam sempre preocupados com o tipo de conteúdo matemático desenvolvido nas tarefas, com o grau de dificuldade de cada uma. Nesse caso, os conteúdos matemáticos da nona aula não diferiram dos conteúdos para a programação básica no movimento do robô, já trabalhados desde as primeiras aulas, ao passo que os conteúdos novos ficaram para a décima aula de investigação.

> *Tinha alguns alunos que estavam trabalhando matematicamente nos desafios. Teve aluno que colocou a fita no chão, mediu a distância e queria saber o ângulo certo, trabalhando tudo geometricamente. Fazendo a triangulação da saída do robô da linha, qual o ângulo que ele ia entrar de novo. Então, nesse ponto poderia ter tido uma intervenção nossa com eles, para incentivar a todos a fazer o mesmo que essa equipe fez. Para ficar mais evidente que eles estão usando a Matemática, que eles não estão aqui só fazendo testes: joga um teste no computador, baixa para o robô, coloca lá e vê se deu certo. Ah, não deu certo, vamos aqui tentar novamente.* (JPC, Sessão de Reflexão de 29/10/18)

O estagiário relatou a evolução de uma equipe de alunos com relação à investigação matemática, pois eles conseguiram envolver conceitos matemáticos em determinadas situações que não haviam sido planejadas para aquela aula, mas que melhoravam e diminuíam o erro na programação. Essa equipe conseguiu ir além do que foi proposto nas tarefas, utilizaram a Matemática em situações novas e não esperadas pelos futuros professores. No entanto, eles não perceberam isso no decorrer da aula e não conseguiram compartilhar essa aprendizagem com os demais alunos. Uma crítica levantada foi à falta de síntese final sobre os conceitos matemáticos trabalhados na última aula, principalmente, à fórmula para calcular a distância entre dois pontos, que era um conceito novo para todos.

> *Na parte matemática, eu acho que todos entenderam o conceito, todos os grupos entenderam bem. Primeiro, eu falei qual era a ideia, depois eles foram pensando e eu deixei, para ver qual era o desenvolvimento da ideia deles para achar a distância, né? Daí eu ia ajudando aos poucos e foi indo. Mas acho que faltou um final. Mas todos entenderam. No final, eu fui em cada dupla e expliquei isoladamente. Mas eu não fui lá no quadro explicar e fazer um resumão, sabe? Eu acho que faltou isso, acho que isso, eu mudaria.* (Linda, Sessão de Reflexão de 29/10/18)

Para finalizar a reflexão, Rogério corroborou a importância da síntese e da intervenção do professor, em momentos oportunos, e apontou mudanças que achou pertinentes para serem realizadas na aula, numa situação futura, como fazer o acompanhamento mais direcionado, de acordo com as dúvidas das equipes.

7.2.6 O Décimo Primeiro e Décimo Segundo Ciclos do Estudo de Aula

7.2.6.1 Planejamento

Os formadores iniciaram o planejamento retomando o tema do estudo de aula. Foram apresentados novamente os objetivos de cada etapa, buscando aumentar a participação de todo o grupo em todas as etapas, desde o planejamento, à condução, observação e reflexão sobre as mesmas. Além disso, o intuito era voltar o foco da observação para a participação dos alunos nas atividades, suas aprendizagens e dificuldades.

Na sequência, as tarefas para a aula foram discutidas, uma a uma, e ficou decidido que todo o grupo participaria dessas duas aulas, ou observando ou monitorando os alunos:

> ***Professor**: Nós vamos fazer uma dinâmica diferente. A gente vai se organizar nessa sala para que um grupo possa dar atenção aos alunos e o outro fique quietinho. Se possível, pode até ajudar, fazendo alguma pergunta ali, no*

> *intervalo, mas é para ficar observando como que está acontecendo essa dinâmica de aula. Sem conversa, para que a gente possa avaliar melhor a nossa aula. Aí a gente coloca os nossos critérios para fazer o estudo dessas aulas.*
> ***Pesquisadora**: Aí, nessas aulas, o objetivo da observação é o trabalho dos alunos, vocês devem focar nas dúvidas e aprendizagens dos alunos. Por exemplo, vai ficar um grupo acompanhando e o outro, assistindo, será o observador. Esse observador vai registrar as dificuldades e aprendizagens. O aluno errou tal questão, errou por isso.* [...] *Entenderam? Cada um vai escolher uma equipe e acompanhar aquela equipe do começo até o final da aula.* (Sessão de Reflexão de 29/10/18)

Buscando respeitar as decisões do subgrupo de estagiários responsável pelas duas últimas aulas de investigação, Kitty, Leka e Yoda, eles apresentaram suas ideias iniciais. Eles já haviam escolhido trabalhar com uma catapulta, mas não estavam certos ainda de como conduzir a investigação matemática:

> ***Kitty**: A gente vai trabalhar a catapulta. Eu acho que, na primeira aula, não vai dar tempo de fazer muita coisa porque tem que montar o robô, ela é bem complicada, demora muito.*
> ***Pesquisadora**: Se a montagem da catapulta escolhida vai demorar muito, faz uma montagem mais simples.*
> [...]
> ***José**: O que a gente pode fazer com a catapulta? Trabalhar a parábola, aí você acha as duas raízes, aí você tem que achar a distância entre elas. Aí você vai achar a equação da parábola.*
> (Planejamento de 29/10/18)

Toda a sessão foi voltada a discutir sobre as tarefas, os estagiários deram sugestões de atividades que poderiam ser trabalhadas com a catapulta. O grupo discutiu as possibilidades da execução de cada proposta e abandonou aquelas que percebeu não serem viáveis. As discussões contemplaram principalmente os conceitos matemáticos e como abordá-los em cada tarefa. Dentre as ideias, foi discutido sobre como obter o maior alcance em um lançamento, como modificar o ângulo de lançamento do protótipo escolhido, como encontrar a equação da curva obtida a partir do lançamento, entre outras questões. Ao final da sessão, foram dadas várias ideias e ficou a cargo do subgrupo responsável lapidá-las, escrever uma proposta de plano de aula para discussão na próxima sessão.

> ***Professor**: Ao criar o plano das aulas, que os meninos vão trazer na próxima sessão, com as ideias que discutimos aqui, vamos fazer o feedback na próxima segunda-feira, vocês vão analisar essas aulas. Então, vocês vão reorganizar essas ideias, se vocês concordam em fazer desse jeito e, na segunda, a gente faz o fechamento: ó, falta isso, isso e isso para colocar. Na sexta, quando for fazer a condução da aula, vocês vão observar esses detalhes. Até para falar: deu errado, tem que fazer assim. Entenderam?*

> ***Pesquisadora****: Será que para a sessão de segunda vocês conseguem trazer o robô montado para a gente testar?*
> ***Kitty****: Já está pronto.*
> ***Professor****: Teria que mudar o desenho dessa catapulta. Já que ela teria que deslocar. Coloca ela com um sistema de lançamento mais fácil, que pode mexer com a angulação.*
> (Sessão de Reflexão de 29/10/18)

Ficou definido que o subgrupo enviaria aos demais o plano de aula com as principais ideais sugeridas e a discussão seria mantida durante a semana, por meio do grupo no *WhatsApp.* Porém, essa discussão não ocorreu. Na sessão seguinte, o grupo voltou a discutir as ideias apresentadas:

> ***Professor****: A Leka, Kitty e Yoda tinham elaborado algumas atividades com a catapulta, depois nós apresentamos as nossas ideias. Hoje de manhã eles fizeram a montagem do robô, lá no laboratório, aí foram fazer os lançamentos. O interessante é que a gente consegue mexer com o ângulo do lançamento. No entanto, surgiu um problema, não havia força suficiente para lançar a bola a uma distância considerável. Aí a Kitty e a Leka acharam um outro protótipo que pode incrementar, é uma nova ideia. Nesse, quando atirava as bolinhas, atingia uma distância até maior que a anterior. Dessa vez não dá para fazer um manual de montagem. O que eu acho interessante é dar as duas ideias e deixar que eles façam a junção dessas duas ideias. São dois protótipos que vocês podem apresentar e deixar eles tentar resolver o problema. E vamos apresentar quais são os problemas que foram feitos. As tarefas, vocês fizeram?* [perguntando ao subgrupo]
> ***Yoda****: Eu não sei a montagem ainda, quem dirá os problemas.*
> ***Professor****: Tá, a gente discutiu tanto, na última aula, quais seriam os problemas. Qual a primeira pergunta? Qual o primeiro objetivo para os meninos?*
> ***Neném****: Fazer a montagem?*
> ***Professor****: Primeiro eles vão montar. E depois de montar? Não ia fazer uma gincana com questões no Power Point?*
> ***Yoda****: Eu acho que a primeira coisa é nós entendermos o vai acontecer com o robô. Ele simplesmente vai lançar a bolinha, mas tem que saber o que vai acontecer por trás disso.*
> ***Professor****: Gente, a catapulta lança objetos. Vocês podem iniciar falando sobre o lançamento de projéteis ao longo da história do ser humano. Vocês podem finalizar essa parte da história trabalhando com os torneios de campeonato de robótica, por meio de futebol, que envolve o lançamento de objetos. A proposta da montagem não é para dar um guia. Vocês vão dar as duas propostas para que eles cheguem apenas em um único robô, certo? A gente vai trabalhar equações do segundo grau, não é isso? A questão da equação, raízes, os gráficos. Esse é o objetivo principal, matematicamente. É isso ou não? Tem mais coisas que dá para trabalhar aqui? Tem plano cartesiano, coordenadas, tudo relacionado ao gráfico. Tem mais alguma coisa?*
> ***Leka****: Tem o ângulo máximo.*
> ***Professor****: Tem o ângulo máximo de lançamento, tem a parte de Física também. Aí vocês têm fontes para pesquisar sobre isso. A parte teórica vai vir contida nos desafios, os desafios vêm primeiro. Depois vamos ensinar isso. E aí, como vocês querem fazer? A aula é nossa?*

> ***Kitty****: Eu acho que o conteúdo vem primeiro.*
> ***Professor****: Chegar e dar o conteúdo?* [tempo de espera e aceno negativo de cabeça]. *Não. Vocês não gostariam de fazer isso? Por que não?*
> ***Yoda****: Eu acho que vai levar muito tempo, porque são duas montagens para eles fazerem virar uma. Eles têm que entender como vai encaixar cada peça primeiro e vai gastar muito tempo nisso. Se for para fazer a parte matemática na mesma aula, eu acho que não dá tempo, não.*
> ***Leka****: A primeira aula vai ficar toda para a montagem.*
> (Sessão de Planejamento de 05/11/18)

Os estagiários não se sentiram seguros em trabalhar com uma montagem livre, diante do curto tempo para realização das atividades. Assim, optaram pelo modelo pronto da catapulta, cujo lançamento é realizado de duas maneiras, pelo sensor de som ou sensor de toque. Nesse protótipo:

> ***Professor****: Dá para gerenciar o ângulo de lançamento na programação do robô. Você consegue colocar o ângulo certinho.*
> ***Leka****: Na programação?*
> ***Professor****: Na programação. O que vocês acham?*
> (Sessão de Planejamento de 05/11/18)

O grupo passou a discutir sobre os objetivos, a avaliação para as aulas e as atividades:

> ***Leka****: Você acha que dá para fazer uma competição entre eles?*
> ***Salazar****: As fichas, é o que ia falar, faz uma competição com as fichas.*
> ***Professor****: Se conseguirmos fazer as fichas, se vocês dão, por exemplo, a equação e perguntar qual é a posição, como é que vai ter que fazer para resolver esse problema?* [silêncio] *Vai precisar das raízes. Precisa explicar para eles como que resolve, como acha.*
> ***Salazar****: Explica bem como que resolve, para achar a posição, tem que resolver.*
> ***Professor****: Eles já estudaram isso, mas não lembram disso. Faz uma explicação do que tem por trás de um lançamento de um projétil, as coordenadas de lançamento, lembra de soma e produto das raízes da equação do segundo grau. Quando eles aprenderam isso?*
> ***Pesquisadora****: No 9° ano* [do Ensino Fundamental].
> ***Salazar****: Isso é conteúdo do 9°. Nós aprendemos Bháskara no 9° ano.*
> ***Professor****: Soma e produto é uma condicionante. Olha os conteúdos que vocês devem estudar. Vamos pegar um livro do Ensino Médio e estudar isso. Gente, então vamos ter que montar as fichas. Essa ideia fica interessante ou não? Como nós vamos dividir nos aqui e organizar o trabalho coletivo? Como nós vamos preparar esse material, então? A avaliação será ver se eles conseguirem resolver as atividades, o que mostra que eles conseguiram entender o conteúdo. Mais ideias?*
> ***Kitty****: Eu acho que vai ser interessante a competição.*
> ***Rogério****: Podia fazer tipo um campo minado, se você escolhe o seu campo, você pode acertar o campo do outro. Eles vão calcular certinho, a partir das coordenadas, onde eles têm que acertar o lançamento no adversário.*
> ***Professor****: Gostei da ideia!*
> (Sessão de Planejamento de 05/11/18)

As ideias foram surgindo e novamente a sessão foi tomada pela reflexão da viabilidade ou não de cada uma. Desse modo, o professor sugeriu a divisão do grupo em dois: um para finalizar a escrita das tarefas e o outro para organizar os *kits*, desmontar os robôs e preparar todo o material para a aula de investigação do dia 09/11/18.

Ao final da sessão de planejamento, a discussão ficou focada nas tarefas para a décima segunda aula de investigação:

> ***Professor**: E agora, na próxima aula, como vai ser?*
> ***Leka**: A gente vai fazer as atividades, a gente vai fazer a revisão sobre equações do segundo grau e propor as atividades.*
> ***Professor**: E o que vai nessa revisão?*
> ***Leka**: Equação do segundo grau. Vamos falar das fórmulas, né? Vamos falar de mínimo, máximo e gráfico da função. Vamos explicar as fórmulas para eles.*
> ***Professor**: A proposta é fazer uma revisão teórica sobre equação do segundo grau. Vai ser de uma forma mais expositiva?*
> ***Leka**: É, porque à medida que eles forem resolvendo as questões, eles vão se deparar com a teoria: ponto de mínimo, máximo, raízes de equação do segundo grau. Então, a gente vai revisar estes conceitos. Os slides já estão prontos e, se precisar, a gente vai para o quadro.*
> (Sessão de Reflexão de 19/11/18)

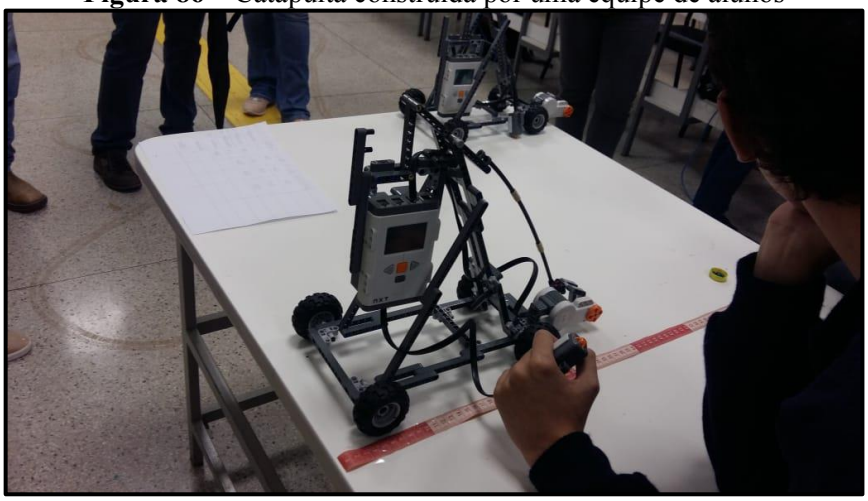
Ficou combinado que o subgrupo finalizaria as tarefas e enviaria o plano de aula para o grupo. O subgrupo teve bastante dificuldade para encaminhar as ideias do grupo, as alterações no protótipo não eram tão simples como os demais estagiários achavam.

7.2.6.2 A 11ª e 12ª Aulas de Investigação: Explorando Função do 2º Grau com a Catapulta

Os estagiários iniciaram a décima primeira aula de investigação questionando se os alunos conheciam uma catapulta e os vários tipos de catapultas existentes. Apresentaram *slides* com alguns modelos de catapulta e mostraram a evolução deste artefato, utilizado pela humanidade em tempos de guerra. Por fim, apresentaram o modelo de protótipo[81] escolhido para as últimas aulas de investigação. Cada equipe de alunos recebeu seu *kit* e iniciou a construção do seu robô (Figura 86).

[81] Montagem livre disponível no *site* nxtprograms.com.

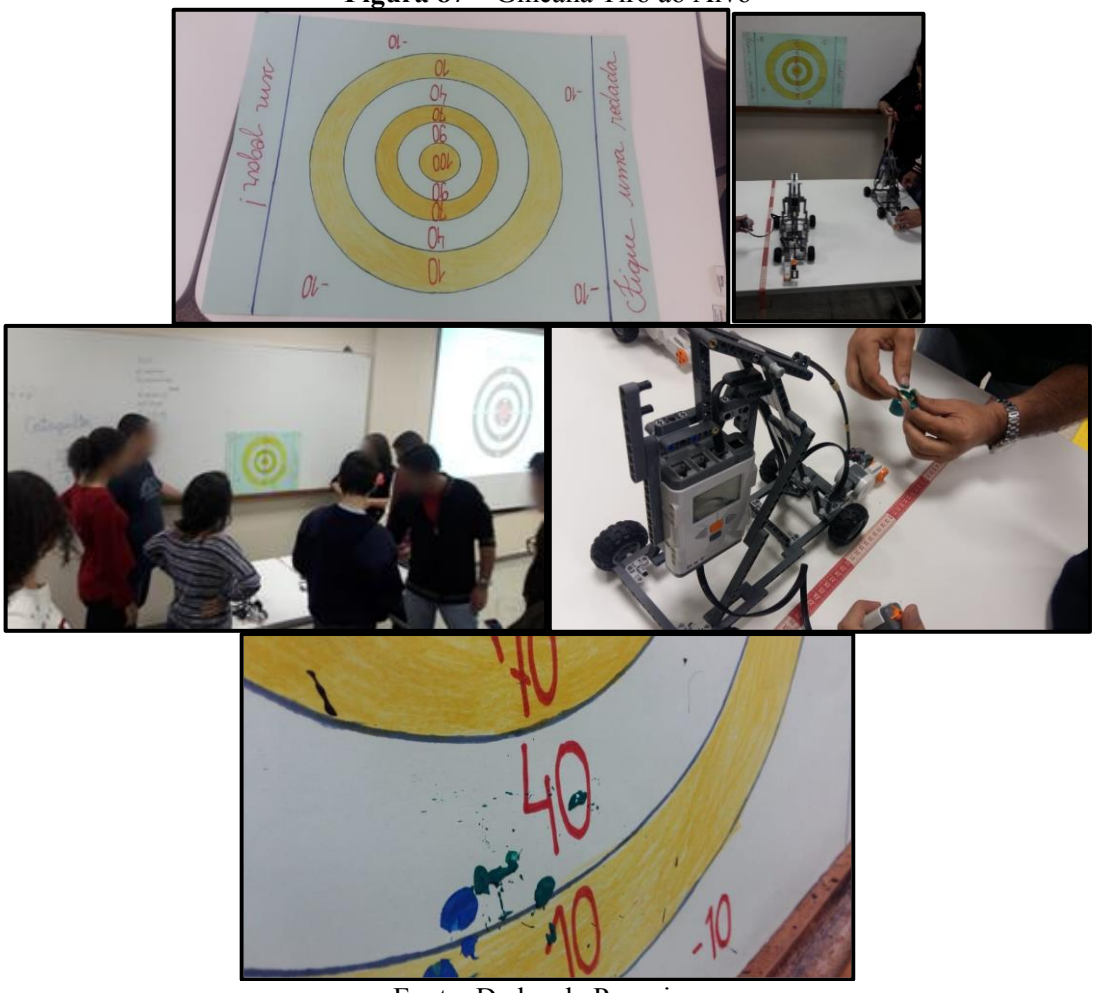
Figura 86 – Catapulta construída por uma equipe de alunos



Fonte: Dados da Pesquisa.

Os alunos tiveram um tempo para explorar e programar esse novo robô. Como a programação era simples diante do conhecimento que os alunos desenvolveram ao longo das aulas, eles não tiveram dificuldades. O mesmo ocorreu com a *Gincana de Tiro ao Alvo,* realizada em seguida (Figura 87).

Figura 87 – Gincana Tiro ao Alvo



Fonte: Dados da Pesquisa.

Foi visível, para todos os estagiários e formadores presentes, o quanto a gincana foi um momento de muita diversão, aprendizagem e envolvimento dos alunos.

> *Foi realizada a dinâmica do Tiro ao Alvo, onde os alunos tinham que fazer a catapulta lançar o projétil sobre um alvo, que tinha valores alternados e diferentes, despertando o seu lado competidor, fazendo com que o grupo com maior somatória de pontos, vencesse.*
> (Kitty, Leka e Yoda, Relatório 10, 2018)
> *Os alunos deviam programar seus robôs para que eles lançassem o projétil o mais perto possível do centro do alvo. Pintamos as pecinhas que estavam servindo como projétil, para que soubéssemos mais facilmente onde havia atingido o alvo, e assim, contabilizar os pontos.*
> (Salazar, Relatório 10, 2018)

Na décima segunda aula de investigação, os alunos passaram para a realização das quatro tarefas descritas no Quadro 15, que envolviam a investigação matemática.

Quadro 15 – Tarefas propostas nas 11a e 12a aulas de investigação

Tarefa 1: Meça a distância entre a catapulta e o local de queda do artefato.
Tarefa 2: Analise e descreva as modificações que podem aumentar o alcance da catapulta.
Tarefa 3: Meça a nova distância entre a catapulta e o local de queda do artefato. A distância estava em conformidade com a sua expectativa? Por quê?
Tarefa 4: Faça o gráfico da curva referente ao seu lançamento.
a) Qual o nome dessa curva?
b) Qual a forma geral dessa curva?

Fonte: Dados da Pesquisa.

Segundo os estagiários, essa aula foi considerada um pouco mais difícil que a anterior, pois necessitava de conhecimentos matemáticos prévios dos alunos:

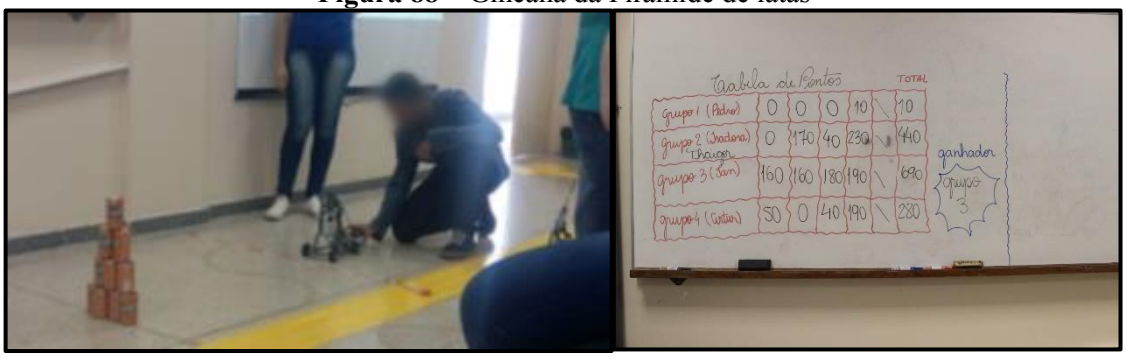
> *Nessa aula, os alunos tiveram um pouco de dificuldade para realizar as atividades propostas, pois a aula foi mais teórica, fazendo com que eles realizassem cálculos sobre as reações do robô ao executar algumas ações. Com o auxílio dos estagiários, os alunos resolveram questões que envolveram equações do 2° grau. Apesar da dificuldade encontrada, todos conseguiram concluir a atividade. Durante essa resolução, foi necessário rever alguns conceitos com os alunos para auxiliar na resolução da atividade.* (Kitty, Leka e Yoda, Relatório 10, 2018)

Ao final das tarefas, os estagiários desenvolveram com os alunos a *Gincana da Catapulta*, que consistia em programar a catapulta para lançar um objeto para acertar uma torre de latas e somar os pontos correspondentes a cada lata derrubada.

> *E no fundo de cada lata havia uma pontuação. Os alunos deviam fazer a medição da distância do robô para com a pirâmide de latas. Assim, o grupo que derrubou mais latas em suas tentativas e somou mais pontos, ganhou o desafio.* (Salazar, Relatório 10, 2018)

A equipe que somasse mais pontos ganhava a gincana (Figura 88):

Figura 88 – Gincana da Pirâmide de latas



Fonte: Dados da Pesquisa.

Nas últimas aulas (Figura 89), como em tantas outras, aconteceram momentos lúdicos, de sentar no chão e agir como criança, com os alunos e futuros professores envolvidos no processo de ensino-aprendizagem da Matemática com Robótica.

Figura 89 – Alunos testando a catapulta



Fonte: Dados da Pesquisa.

Essa turma participou de muitos momentos de riso solto, de descontração, de sujar as mãos com tinta e de concluir uma tela pintada a várias mãos, traçada e planejada em cada detalhe por muitas cabeças e, no final, tem-se o resultado dessa arte final (Figura 90).

Figura 90 – Últimos registros da disciplina – alunos, estagiários e formadores



Fonte: Dados da Pesquisa.

O encerramento das atividades do projeto ROBOMAT ocorreu com os agradecimentos pela participação e colaboração ao projeto, e logo após aconteceu uma confraternização entre os participantes.

7.2.6.3 As Sessões de Reflexão

Sessão de reflexão da 11ª aula de investigação: Faltaram vários alunos devido à proximidade de um feriado. No entanto, os estagiários que ministraram a aula iniciaram a sessão observando que a atividade competitiva da *Gincana de Tiro ao Alvo* motivou a participação e o envolvimento dos alunos presentes, inclusive dos estagiários que auxiliavam ou observavam a aula:

> ***Salazar****: Eu estava aqui acompanhando o jogo do tiro ao alvo. Já tinha muitas aulas que eu não via eles se divertindo igual eu vi eles se divertindo na aula passada. Então, a gente fala assim: ah, a gente não deve tratá-los como crianças, não sei o quê... Mas a gente pôs tinta nas mãos deles e eles acharam o máximo, né? Então, eu acho que nesse final, a gente podia tratá-los mais como criança mesmo, porque eles gostam disso.*
> ***Kitty****: Mas é porque é igual a gente também, a gente gosta dessas bagunças, dessas brincadeiras. Eles me pintaram e acharam que eu não ia pintar eles também.*
> ***Salazar****: Colocou uma competição para eles, eles gostam.*
> (Sessão de Reflexão de 19/11/18)

Todos estavam empolgados com o resultado da gincana e como os alunos participaram ativamente na programação e no lançamento do tiro ao alvo. Chamou a atenção de todos a participação do aluno com necessidades educativas especiais. Como ele se envolveu, se empenhou e procurou programar a catapulta para acertar o alvo e, ao final, foi o vitorioso. Todos manifestavam alegria em ver o resultado do aluno se sobressair aos demais. Até mesmo o professor de apoio entrou na brincadeira da tinta, participou e sujou as mãos.

O professor buscou fazer com que os estagiários focassem na aula e nas atividades realizadas pelos alunos:

> ***Professor**: E a proposta dos meninos, como você analisa?*
> ***Salazar**: Eu acho que está bom, porque tem os objetivos da aula, enquanto os objetivos estão sendo alcançados, eu acho que a metodologia está correta.*
> ***Professor**: E os objetivos da aula eram o quê mesmo?*
> ***Leka**: Uai, daquela aula era a montagem do robô, resolver as tarefas, realizar a competição.*
> ***Leka**: Daquela aula, eu acho que os objetivos foram atingidos. A competição deu muito certo, todos conseguiram realizar.*
> ***Professor**: Teve que fazer uma mudança na ordem das tarefas?*
> ***Leka**: É, porque se a gente começasse a realizar as outras tarefas, não ia dar tempo para terminar e depois a gente teria que rever tudo para a próxima aula. Então, pulamos para o tiro ao alvo.*
> (Sessão de Reflexão de 19/11/18)

Mais uma vez, os estagiários tiveram que analisar um problema que surgiu durante a aula, analisar as possibilidades e tomar decisões. Eles perceberam que não haveria tempo para concluir as tarefas mais avançadas, então decidiram alterar a ordem das tarefas. Assim, no momento da aula, os estagiários tiveram que optar por antecipar uma tarefa, prevista para a próxima aula, que exigia menos conhecimentos matemáticos e que levaria menos tempo na execução. Nesses momentos, os futuros professores foram testados e levados a fazer escolhas, a tomar decisões.

O grupo passou a discutir sobre os alunos, o trabalho das duplas e como estavam interagindo uns com os outros. Comentaram sobre os alunos que não estavam interagindo bem e a necessidade de redobrar a atenção a essas duplas. Por fim, ainda nesta sessão, passou-se a tratar das tarefas da próxima aula. Foi sugerido substituir um jogo semelhante ao *War*, pela *Gincana da Catapulta*, a do arremesso à torre de latas.

***Sessão de reflexão da 12ª aula de investigação*:** Os estagiários que ministraram as últimas duas aulas explicaram para o grupo o conjunto de tarefas desenvolvidas durante a aula. Acreditavam que haviam conseguido desenvolver tudo que fora planejado, apenas ressalvando a troca na ordem das tarefas feitas na 11ª aula. Apesar de muitos alunos terem perdido o início da atividade com a catapulta, na 11ª aula, todos conseguiram acompanhar a aula, participaram das últimas tarefas com bastante disposição e animação, devido aos desafios propostos.

Thiago concordou com os colegas, a aula havia sido bastante envolvente. Os alunos se sentiram desafiados a resolver as tarefas propostas, principalmente na competição final, com o lançamento do projétil para derrubar as latinhas. Na parte matemática, os alunos conseguiram realizar todas as tarefas, desenvolveram bem o conteúdo. Para Stephen Hawking, os alunos

esqueciam os conceitos sobre função do 2º grau, mas com auxílio, eles iam lembrando e conseguiam resolver as tarefas. Para Salazar, a parte matemática poderia ter se estendido um pouco mais, ter sido mais trabalhada, mas como era a última aula, o tempo não foi suficiente. O grupo considerou que, na sequência, poderia apresentar tarefas com grau de dificuldade maior.

Os estagiários estavam animados por avaliar o trabalho final do grupo. Chegaram à conclusão que os objetivos do projeto ROBOMAT foram alcançados e que a turma havia aprendido os conceitos propostos ao longo das doze aulas e, o mais importante para todos, eles haviam gostado dessas aulas. Estiveram presentes na maior parte das aulas, com raras exceções.

7.3 CONTRIBUIÇÕES DO ESTUDO DE AULA

7.3.1 Desenvolvimento do Conhecimento Didático

A prática profissional do professor é um dos princípios norteadores, estabelecido no PPP do curso a que os estagiários estão vinculados, discutido na seção 5, bem como faz parte do conhecimento didático. Já foi tratada na seção 2, a complexidade do processo de formação inicial de professores de Matemática, que envolve diferentes elementos que os futuros - professores precisam desenvolver, como os tipos de conhecimentos, competências, atitudes e valores (PONTE; CHAPMAN, 2016). Ao longo do processo de formação inicial, o futuro professor de Matemática deve desenvolver tanto o conhecimento de conteúdo matemático quanto o conhecimento didático. É o conhecimento didático que vai orientar o professor nas situações de ensino de um dado conteúdo. Esse conhecimento envolve elementos como: o planejamento de aula e a efetivação da prática educativa (CIRÍACO; MORELATTI; PONTE, 2016); a elaboração e preparação de tarefas; a condução das aulas na sala de aula; a promoção de um ambiente que favoreça a aprendizagem; a comunicação com os alunos; e a avaliação da aprendizagem. O conhecimento matemático e o conhecimento didático precisam se desenvolver de forma integrada nos cursos de formação inicial de professores (PONTE; CHAPMAN, 2016). Pimenta e Lima (2017) compreendem também que é necessário integrar teoria e prática no processo de formação inicial de professores, sobretudo, durante os estágios supervisionados. Nessa perspectiva, o estágio pode possibilitar ao futuro professor, aprender sobre a profissão, desenvolver conhecimentos sobre o conteúdo matemático e o conhecimento didático.

Os futuros professores de Matemática, ao participarem do estudo de aula na disciplina de Estágio Supervisionado I, desenvolveram alguns aspectos referentes ao ***Conhecimento***

Didático. Primeiramente, eles planejaram um conjunto com doze aulas de Matemática, mediadas pela Robótica, e trabalharam com pelo menos quatro robôs diferentes (*Castor Bot* e adaptações com sensores, *Plotter*, *Carro com sensores* e a *Catapulta*). Cada subgrupo de estagiários teve que pesquisar e escolher um robô que se adequasse aos objetivos do projeto ROBOMAT. A partir dessa escolha, da definição do robô e suas potencialidades, cada subgrupo escreveu o plano de sua(s) aula(s), discutiu com o grupo maior, que fez modificações nessa(s) aula(s). O plano de aula foi retomado pelo subgrupo e adicionadas as mudanças sugeridas. Ao final, cada subgrupo compartilhou o plano de aula com o grupo maior.

O planejamento de uma aula de Matemática com Robótica representou um primeiro desafio. Para alguns estagiários, essa foi a primeira oportunidade de planejar uma aula, pensar em uma tarefa de matemática e, ainda mais, uma tarefa matemática a partir do contexto investigativo da robótica educacional. Mesmo os que já tinham experiência com robótica confirmaram o desafio de pensar a Matemática no contexto da Robótica.

Quando solicitados a refletir sobre o planejamento, expressaram-se sobre vários elementos importantes e que são desafiadores ao professor. Analisando as respostas dos estagiários, durante as entrevistas, sobre a importância e os desafios durante o planejamento, foi possível convergir para cincos elementos que estavam presentes em suas discussões e preocupações durante essa fase: 1) Conhecimento do conteúdo; 2) Estabelecer a sequência da aula; 3) Antecipar dúvidas e o conhecimento prévio dos alunos; 4) Antecipar possíveis questões; e 5) Planejar as Tarefas. Durante o período de planejamento houve um aprofundamento das reflexões sobre esses cinco elementos.

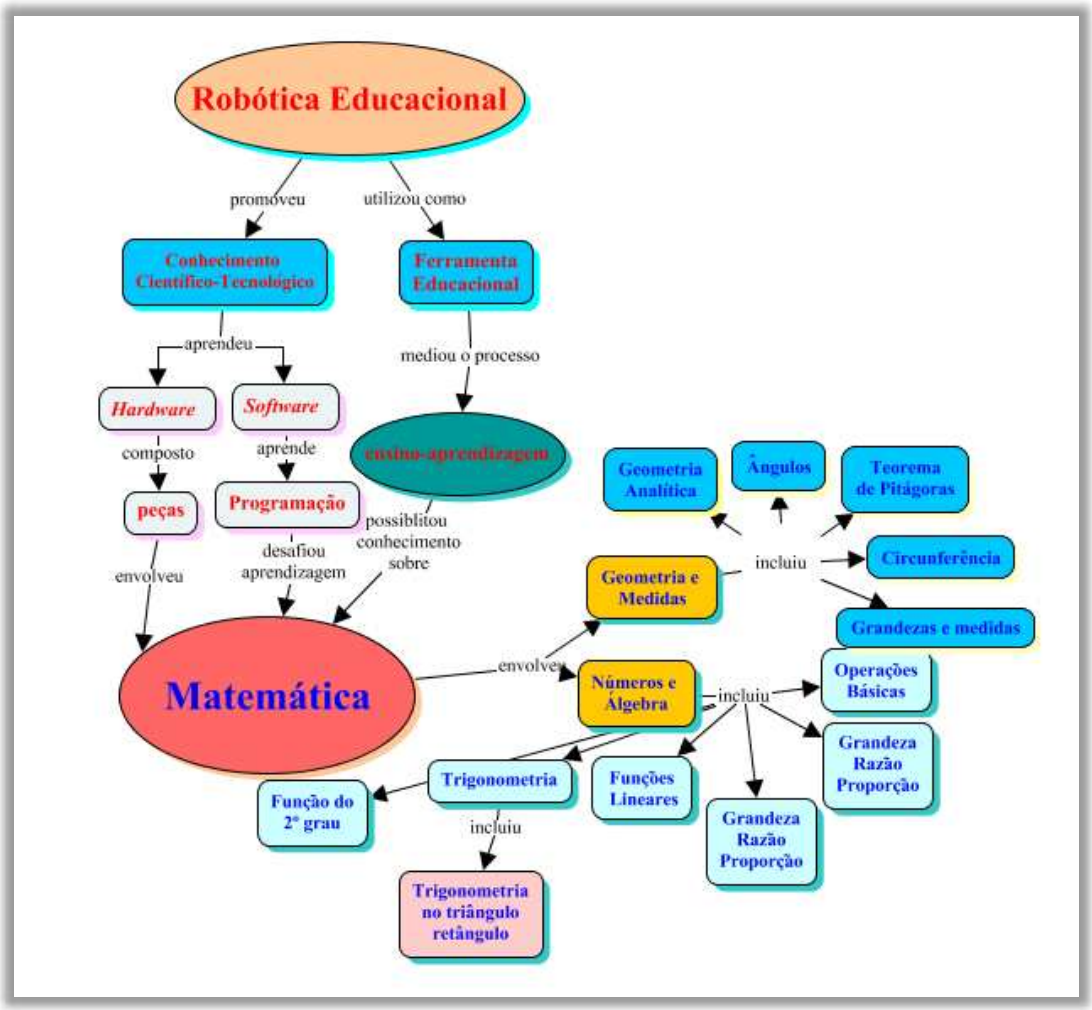
Em todo o primeiro semestre letivo, na *Experimentação*, os futuros professores dedicaram pelo menos 6 horas/aula semanais estudando os conteúdos relativos à Matemática e ao conteúdo relacionado à construção e programação dos robôs, para desenvolver o conhecimento que classificamos como fluência tecnológica, na seção 5. A respeito do conhecimento da Matemática, conforme os protótipos selecionados por cada subgrupo, os estagiários revisaram e aprofundaram diferentes conteúdos matemáticos para construir as tarefas para as aulas (Figura 91).

Em Geometria e Medidas revisaram conteúdos sobre ângulos, Teorema de Pitágoras, circunferência, grandezas e medidas e Geometria analítica, como plano cartesiano e distância entre dois pontos. Em Números e Álgebra revisaram as operações básicas, grandezas, razão e proporção, funções lineares e função do 2º grau, Trigonometria no triângulo retângulo.

Observamos que na maioria das vezes os estagiários, e também os alunos do Ensino Médio, estavam utilizando seus conhecimentos prévios sobre os conteúdos matemáticos para

modelar as situações com os robôs. Mas eles desenvolveram um certo conhecimento sobre o fazer matemática, ou seja, eles desenvolveram suas capacidades de estabelecer conexões entre os objetos matemáticos e os robôs. Desse modo, eles desenvolveram a aprendizagem matemática, pois utilizaram os conhecimentos prévios para modelar as situações envolvendo os robôs, consequentemente, desenvolveram conhecimentos matemáticos na perspectiva apontada pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018).

Figura 91 – Processo de ensino-aprendizagem mediado pela robótica educacional



Fonte: Elaborada pela Pesquisadora.

A aprendizagem matemática

> está intrinsecamente relacionada à compreensão, ou seja, à apreensão de significados dos objetos matemáticos, sem deixar de lado suas aplicações. Os significados desses objetos resultam das conexões que os alunos estabelecem entre eles e os demais componentes, entre eles e seu cotidiano e entre os diferentes temas matemáticos. (BRASIL, 2018, p. 276)

Em continuidade às aprendizagens construídas no Ensino Fundamental, para os alunos do Ensino Médio o foco deve ser "a construção de uma visão integrada da Matemática, aplicada à realidade, em diferentes contextos" (BRASIL, 2018, p. 528). A aprendizagem matemática está intrinsecamente relacionada à construção de significados para os objetos matemáticos. Assim, para consolidar seus conhecimentos, "os estudantes devem desenvolver habilidades relativas aos processos de investigação, de construção de modelos e de resolução de problemas" (BRASIL, 2018, p. 529). Dessa forma, compreendemos que esse processo formativo alcançou o objetivo de possibilitar que os participantes desenvolvessem novas aprendizagens matemáticas a partir do processo de modelagem matemática.

Os estagiários desenvolveram fluência tecnológica ao trabalhar com a robótica educacional nos dois contextos, primeiramente, quando aprenderam a robótica enquanto tecnologia e por fim, quando desenvolveram o estudo de aula com a robótica educacional, ou seja, a utilizaram como uma ferramenta educacional. Para Alves (2017, p. 107), "a fluência tecnológica de uma pessoa é uma forma de empoderamento, pois vai além da desenvoltura instrumental". O autor vai buscar em Freire e Shor (1986) o conceito de empoderamento. Freire e Shor (1986, p. 10) apresentam duas compreensões para o termo: o empoderamento individual e o empoderamento social. O primeiro remete ao aspecto individual: "A) dar poder a, B) ativar a potencialidade criativa, C) desenvolver a potencialidade criativa do sujeito, D) dinamizar a potencialidade do sujeito". Segundo Alves (2017, p. 105), "o empoderamento é o sentimento de liberdade e independência do sujeito que transforma sua realidade, alcançando seu sucesso individualmente". Para Freire e Shor (1986, p. 71), "a libertação é um ato social", assim, eles ampliam o conceito para o empoderamento social:

> Mesmo quando você se sente, individualmente, mais livre, se esse sentimento não é um sentimento social, se você não é capaz de usar sua liberdade recente para ajudar os outros a se libertarem através da transformação global da sociedade, então você só está exercitando uma atitude individualista no sentido do *empowerment* ou da liberdade. (FREIRE; SHOR, 1986, p. 71)

O empoderamento individual é necessário para a transformação da sociedade, mas não é suficiente. Contudo, a curiosidade e a percepção crítica da realidade são fundamentais para que a transformação ocorra (FREIRE; SHOR, 1986). Para Alves (2017), o entrelaçamento entre o empoderamento do sujeito às TDIC, na educação, implica "tanto em obter informações existentes, quanto por meio de uma ação prática, metódica e sistemática, produzir novas informações para que se possa ter um sujeito ativo, que usa sua desenvoltura instrumental para se transformar e transformar o mundo" (p. 106). Assim, os estagiários vivenciaram situações

favoráveis à aprendizagem da Matemática no ambiente de aprendizagem mediado pela tecnologia. Esse empoderamento será eficiente se os futuros professores conseguirem usá-lo para transformar o meio em que vivem e no qual futuramente exercerão a docência.

Durante as sessões de planejamento esse estudo continuou, os estagiários relembraram conceitos antes trabalhados e apreenderam novos conhecimentos, para desenvolver novos projetos. Nos trechos abaixo é possível perceber a preocupação dos estagiários ao revisar ou estudar os conteúdos e as formas que utilizaram para esse estudo:

> ***Bru****: O Plotter é um robô assim, que eu preciso testá-lo antes de concluir o desafio que eu quero que ele faça, antes de realizar essa minha proposta de aula.*
> ***José****: O ponto era que você, dentro do seu planejamento, você tinha que imaginar as dúvidas que poderiam acontecer dentro desse contexto. Aí, essa foi uma das dificuldades porque eu não sabia o que o aluno ia pensar. Porque, talvez, uma coisa que eu coloco lá, vai e puxa outra coisa, puxa outra coisa. Aí, chega um ponto que eu já não sei mais, esqueci ou não está dentro dos meus estudos.*
> ***Leka****: Ah, a gente pegou, né, a gente foi procurar os conteúdos deles, que eles estavam estudando e, de acordo com isso, a gente tentou voltar a atividade, porque aí, no caso, a gente selecionou a equação do segundo grau. A gente começou a pesquisar sobre ela, estudar a possibilidade de como a gente poderia colocar ela na atividade que envolvesse a catapulta e não fugisse do assunto.*
> ***Noemi****: Aí, a gente tem que conhecer as limitações do robô, tem que ver o que dá, às vezes a gente pensava que o robô conseguiria virar sozinho, mas ele não conseguia porque ele tinha as limitações da roda, não tinha duas rodas como, por exemplo, o Castor Bot, né? Ele não conseguia virar por ele só, a gente tinha que fazer todo esse movimento no braço. Aí a gente só descobriu isso testando mesmo. Nossa, foi muito legal!*
> (Entrevistas)

Nos diálogos entre o grupo e os formadores, o maior desafio que a maioria dos estagiários apontava, como se observa na fala de José, era desenvolver um conhecimento suficiente para responder às perguntas dos alunos. Mas, como no pensamento de Freire (1996), o professor enquanto ensina, também aprende, além disso, "Corre sempre o risco de que as crianças se saiam melhor com a máquina, sem falar que, frequentemente, os alunos podem estar mais bem informados" (DEMO, 2009, p. 67). No caso da pesquisa, os alunos não eram crianças, mas adolescentes, com os conhecimentos que já possuíam, desenvolvidos em outros ambientes e realidades. Assim, os alunos têm muito a ensinar aos professores quando trabalham com as tecnologias, pois se sentem muito livres para testar e experimentar e, com isso, aprender. Assim,

> o papel do professor: abrir desafios, não oferecer respostas, não repassar receitas. [...] o professor, em vez de sentir-se deixado de lado, volta à cena com tanto maior vigor e propriedade. Abandona a posição disciplinar e

> prepotente de quem sabe das coisas e por isso ensina, cabendo ao aluno acatamento subserviente. Nesta era intensiva de conhecimento e informação, "saber tudo" só pode ser mania, ideia fixa. Ademais, repassar informação é desnecessário, porque está disponível. Seu papel migra para outros horizontes que, irônica ou surpreendentemente, recolhem grandes tradições pedagógicas, a começar pela socrática. [...] O professor, longe de pretender saber tudo, faz o papel de "*coach*": orquestra habilidades, compõe interesses, lidera processos, ativa dinâmicas. Não facilita, encurta, rebaixa. Ao contrário, eleva os desafios, sempre. (DEMO, 2009, p. 70, grifo do autor)

O trabalho do professor no ambiente mediado pela robótica deve seguir a abordagem exploratória, cujo papel do professor é o de orientar, motivar, dialogar e questionar o aluno para que busque novos conhecimentos. Nas reflexões sobre as aulas era perceptível essa preocupação. À medida que as aulas avançavam, tanto futuros professores como alunos desenvolviam e aprofundavam seus conhecimentos sobre a tecnologia e como ensinar e aprender com a matemática com a tecnologia. Dessa forma, eles revisaram e aprofundaram o conhecimento da Matemática para o ensino, relativo aos conteúdos selecionados.

Os estagiários refletiram sobre a dinâmica para a aula proposta: o tipo de abordagem que iriam utilizar, os tipos de tarefas que elaboraram, o momento para cada tarefa, e buscaram antecipar as possíveis questões sobre a aula, como planejar tarefas extras para os alunos mais avançados, trocar a ordem das tarefas de acordo com o tempo disponível de aula, mediar o trabalho dos alunos mais atrasados em relação aos demais:

> ***Anninha****: Foi ter uma sequência certa para poder fazer cada coisa sem pular uma coisa ou outra. É que, como ele [o robô] é bem lógico, igual para fazer um quadrado, a gente anda com o corpinho dele e depois para o corpinho, anda o braço. Aí, para o braço e anda o corpinho, volta. E para fazer um triângulo, ele já tem que ir andando com corpo e o bracinho. Então a gente teve que pensar: não, vamos fazer ele aprender a andar com o corpo, depois com o braço, para depois eles começarem a aprender a andar com corpo e o braço junto. Para não ficar muito, falar assim: ah, você ensinou a andar com o corpo e o braço junto e como faz para parar um e andar com o outro? Ou vice-versa.*
> ***Linda****: Eu acho difícil na parte de falar, tipo assim, planejar o que vai acontecer mais detalhadamente, os passos que vão acontecer na aula, sabe? Para que não fique uma coisa robotizada, mas também que siga uma linearidade da aula, sabe? Acho que esta é a parte mais complicada.*
> (Entrevistas).

No entanto, quando os estagiários conduziram suas aulas de investigação, utilizando as tarefas de investigação e a abordagem exploratória, observamos que eles estavam trabalhando no campo da Modelagem Matemática, conforme já discutimos na seção 6. Uma investigação matemática, quando realizada em situações contextualizadas, nos conduz a um caminho da

Modelagem Matemática e à elaboração de modelos matemáticos. Desse modo, compreendemos que outro conhecimento didático desenvolvido pelos futuros professores foi o conhecimento sobre a dinamização de aulas para promover o desenvolvimento da capacidade dos alunos em fazer conexões através da Modelagem Matemática.

Um outro aspecto bastante discutido e observado pelos estagiários, que os desafiou, foi a antecipação das dúvidas dos alunos e levantamento do conhecimento prévio dos alunos. Os futuros professores ponderaram sobre as dúvidas que os alunos poderiam apresentar em determinado momento da aula, referentes tanto ao conteúdo tecnológico quanto ao conteúdo matemático. A principal fonte inicial, para compreender o tipo de conhecimento prévio que os alunos tinham, foi o currículo. Eles recorreram ao documento para compreender o que os alunos já haviam estudado até aquele momento.

Para Ponte (2012, p. 5-6), "conhecer os alunos como pessoas, seus interesses, gostos, formas habituais de se comportar e reagir, valores, referências culturais, formas de aprender... são condições decisivas para o sucesso do trabalho dos professores". No entanto, o estudo do currículo mostrou-se insuficiente para a compreensão sobre o conhecimento prévio e as dificuldades dos alunos. Esse conhecimento foi ampliado à medida que eles tiveram contato com os alunos, os observaram em situações de aprendizagem, como pôde ser visto nos recortes apresentados nas seções de planejamento e reflexão, bem como nas falas abaixo.

> ***Leka**: A gente não sabia como é que estava o ensino deles, tipo assim, o conhecimento deles.*
> ***Linda**: Ah, nesse momento o aluno pode, sei lá, ter dúvida na montagem. Por exemplo, muitas montagens NXT Programs são um pouquinho diferentes por causa do Brick nosso, né? Então, ah, o aluno vai ter dificuldade aqui, ele vai pedir ajuda: ah, porque eu não tô conseguindo colocar essa peça?*
> ***JPC**: Eu olho para os desafios, eu falo: não, isso é fácil. Eu acabo achando sempre que tinha que pôr mais e mais porque eu acho que eles vão cumprir muito rápido.*
> ***Neném**: O maior desafio foi que nós não tínhamos noção de quem eram os alunos, o perfil da galera que ia vir, né, os alunos. Porque para gente ter a noção, os alunos são mais deste tipo e tal. Porque muitas vezes os alunos é que vão comandar o caminhar, se o pessoal tem mais facilidade, aí a gente tem que planejar uma aula com mais coisas, né, com mais tarefas. Porque pode acontecer de você achar que os alunos são mais lentos e eles pegarem o ritmo rapidinho e aí você fica sem ter coisas para os alunos fazerem, né? Isso, que eu achei mais difícil, a gente não ter noção dos alunos em si. O professor falou alguma coisa lá, como eles eram, mas os alunos em si, né?*
> ***Noemi**: Assim, eu lembro que, quando a gente mostrou a aula para nossos colegas, teve alguns que falaram assim: "Ah Noemi, eu acho que o conteúdo da sua aula está difícil". Eu falei assim: "não, pelo que eu acompanhei os meninos, eu acho que eles vão conseguir fazer. Mesmo que, tipo assim, a gente tenha que ir lá e falar um pouco, tentar direcionar mais ou menos o caminho de raciocínio deles, mas sem implicar no resultado final, né, porque acho que*

> *esse processo tem que ser deles, acho que eles vão conseguir". Aí deu tudo certo, acho que todo mundo conseguiu entender, os que eu acompanhei, porque eu fiquei, assim, um pouco em cada grupo, né? Deu tudo certo. Acho que eu gostaria de ter aplicado um pouco mais difícil, sabe? Essa questão do conteúdo de Matemática, ser explorado mais coisas dentro do conteúdo de geometria.*
> ***Linda**: Aconteceu como a gente pensou, mas teve, tipo assim, o tempo que aconteceu, o prazo que aconteceu é que foi um pouco diferente, por causa do ritmo dos alunos mesmo. Tanto é que aconteceu em duas aulas e a gente tinha planejado para uma aula.*
> (Entrevistas)

Os futuros professores perceberam as dúvidas dos alunos relativas a conteúdos vistos nos anos anteriores ou com relação a conteúdos que ainda não haviam estudado.

Ponte, Oliveira e Varandas (2003), ao trabalhar com tecnologias em uma disciplina, observaram que elementos imprevistos podem ocorrer durante o trabalho, como computadores avariados, problemas com o servidor local ou a rede. Em nosso caso, durante as aulas, vários imprevistos ocorreram, desde os alunos chegarem muito cedo na sala de aula, demorarem muito no intervalo, falta de energia elétrica no laboratório, os alunos não salvarem a programação no computador para usar na próxima aula, terem que reconstruir o robô na aula seguinte, entre outros:

> ***Linda:** Teve o negócio da feira, que desmontaram os robôs e os alunos tiveram que montar de novo. Então, esse negócio do prazo, que foi diferente. Foi planejado para uma, mas aconteceu em duas aulas.*
> ***Salazar**: A atividade docente não pode cair no risco de se tornar algo engessado. Temos que a todo momento trabalhar com as incertezas e a subjetividade. Uma aula nunca será igual a outra, por diversos motivos. Dessa forma, se faz necessário planejar as aulas, buscando sempre abranger todo e qualquer acontecimento que possa vir a acontecer. Da mesma forma que se faz necessário relembrar o conteúdo, até porque o professor não sabe tudo a todo momento, pelo contrário.*
> ***Stephen Hawking**: Na verdade, foi pensar no que a gente vai poder abordar, o que pode acontecer e o que não pode acontecer, o que pode dar errado, o que não pode dar errado. Tipo, é pensar em como vai ser a aula, porque, plano de aula é sempre um desafio tentar fazer.*
> (Entrevistas)

Essas questões podem perturbar o andamento da aula e obrigar o professor a alterar seu planejamento. Por isso, é preciso fazer um planejamento cuidadoso, buscando considerar o tempo para cada tarefa dos alunos e elaborar estratégias alternativas para a ocorrência desses imprevistos. Entretanto, os desafios servem também de oportunidade para desenvolver novos conhecimentos e habilidades, como a tomada de decisão para contornar ou amenizar os problemas causados.

Por fim, os futuros professores planejaram as tarefas para suas aulas. Para isso, eles pesquisaram, refletiram, elaboraram, testaram e realizaram diversas tarefas matemáticas nas situações que envolviam o robô. Eles avaliaram se essas tarefas estavam adequadas ao nível escolar dos alunos, ao nível de exigências e características dos alunos, se eram possíveis em relação às características e especificidades do robô e se estavam de acordo com o currículo escolar. A elaboração das tarefas se estendeu a várias sessões, passou por todo um processo de estudo e análise do conteúdo matemático e tecnológico para sua elaboração, que envolveu todo o subgrupo e, por fim, nos detalhes finais, todo o grupo de participantes do estudo de aula:

> ***Bru:*** *A gente queria que ele* [o robô] *fizesse um percurso de uma cidade até a outra. A gente fala: não, mas isso aqui tem que fazer uma rotatória e o robô não consegue fazer uma rotatória. Aí, então, a gente podia fazer um labirinto. Um labirinto só anda para a frente e para trás, só em linha reta. Ah, isso o robô já consegue fazer, porque ele não consegue fazer movimentos circulares. Porque quando você pede para um aluno fazer um percurso, não é ele simplesmente andar em linha reta. E isso não é o percurso. Percurso, ele tem que voltar, ele tem que ir de novo, aí, às vezes, ele tem que cortar uma rua. E a gente viu que nosso robô, essa nossa primeira ideia era essa, a gente fazer o percurso que os alunos percorriam da cidade deles até a universidade, e a gente não conseguiu concluir isso. Aí no final, a atividade que ficou, o desafio que ficou foi um labirinto, onde o robô andava em linha reta, mas ele também virava. Ele conseguiu entrar no labirinto e sair dele.*
>
> ***Leka****: Maior dificuldade foi assim, a questão de planejar as tarefas envolvendo ela, a catapulta em si, porque a gente tinha uma coisa mais dinâmica. Então, pensar em função – equação de segundo grau, desenvolver uma atividade, aplicando, e que os alunos conseguiriam fazer realmente.*
>
> ***Noemi****: Com a parte da elaboração das aulas, das propostas pedagógicas, aí eu já tive mais* [dificuldade]. [...] *Não sei se meus colegas têm essa visão, mas, eu não gosto de pegar um robô, por exemplo, a aula do Castor Bot, tipo pegar algum conteúdo matemático e um robô e a gente sabe que tem ali, alguma coisa, mas que tenha a ver ou que dá para trabalhar o conteúdo dentro da robótica, o conteúdo matemático dentro, na programação do robô, a gente sabe disso, mas a gente não vê isso, né? Tipo concreto mesmo, né? E eu não gosto de fazer isso, eu gosto que o conteúdo matemático esteja lá, específico assim, jogado na cara, tudo trabalhado com o robô. Por isso que todas as nossas programações do Plotter, tudo envolvia a matemática, tudo envolvia a geometria na programação do robô. Acho que estava óbvio a junção das duas. Eu gosto de trabalhar assim.*
>
> ***Rogério****: O maior desafio seria a matemática, né? Seria a matemática no robô. Nas tarefas também. Eu acredito que, por conta do robô, que segue uma linha, né? Você só visualiza isso, ele segue uma linha. Onde que está a Matemática? Como que coloca a Matemática nisso? É um robô seguindo uma linha. Então, a gente teve que pensar, a gente teve uma ideia, a gente mudou a ideia. A ideia inicial, a gente ia usar escalas no mapa, sabe? Para calcular, tipo a distância baseada no mapa para a distância real entre duas cidades. Geometria analítica: a menor distância entre dois pontos. Usar a geometria analítica para calcular a menor distância entre esses dois pontos. Então, de escala no mapa passou para o plano cartesiano. Então, houve toda uma dificuldade.*
>
> ***Salazar****: Foi desenvolver os desafios nas limitações do nosso robô. Porque o nosso robô, ele não tinha sensor nenhum, foi uma continuação do robô da*

> *aula passada. A gente falava assim: ó, a gente tem primeiro que fazer o robô andar para a frente. Então, a gente colocou o desafio de andar tantos centímetros. Ó, o nosso robô também vira, então foi o desafio de andar tantos centímetros, porque eles já tinham visto isso, virar 90º e andar tantos centímetros. Ó, então agora a gente vai aproveitar que os meninos já sabem andar para a frente e virar, aí foi o [desafio do] quadrado. Então, conforme a gente ia vendo onde estava o conteúdo, a gente ia desenvolvendo os desafios.*
> ***Stephen Hawking:*** *no começo, a gente tinha planejado usar a equação de primeiro grau, né? A gente pensou em questões simples, fazer um robô andar em relação a um certo percurso, né? Aí, a gente utilizou essa questão lá, mas também a gente viu que a gente podia abordar outras questões com eles, né? Tanto na parte de fórmulas, né, que a gente utilizava ou para fazer o robô virar, para fazer ele andar, para fazer, tipo assim, a gente via que a gente podia usar aquela matemática por trás da programação, para ensinar para eles, né? E essa parte a gente não pôs bem na sequência didática, né?* (Entrevistas)

Assim, em segundo lugar, o ***Conhecimento Didático*** foi ampliado durante a elaboração das tarefas. Os estagiários foram capazes de estabelecer relações, "ganchos" entre o que o robô poderia fazer e os conceitos matemáticos, de tal modo que os alunos trabalhavam, mas também se divertiam e aprendiam durante as aulas de robótica. Ao elaborar as tarefas, os estagiários escolheram as tarefas de exploração e investigação (PONTE, 2005b).

Em terceiro lugar, os estagiários desenvolveram o ***Conhecimento Didático*** nos aspectos relativos às dificuldades e estratégias dos alunos, à compreensão sobre o pensamento matemático e computacional dos alunos. Ao serem perguntados sobre a condução das aulas sobre a prática letiva, foi possível identificar dois elementos centrais nas respostas dos estagiários: o pensamento sobre o pensamento matemático e computacional dos alunos e o pensamento sobre a abordagem exploratória durante as aulas.

Sobre o pensamento matemático e computacional, os estagiários relataram a evolução dos alunos no decorrer das aulas. Os alunos iniciaram tímidos, com receio de interagir com os estagiários e, ao longo das aulas, eles se envolveram e desenvolveram o conhecimento esperado. Os estagiários souberam identificar os alunos com maior dificuldade, que exigiam maior atenção, acompanhamento e orientação diferenciados, dos alunos que conseguiam resolver de forma mais autônoma. Com relação à abordagem exploratória, alguns estagiários deixaram os alunos mais livres para pensar e raciocinar, enquanto outros davam mais dicas e direcionavam na resolução das tarefas:

> ***Anninha****: Os alunos erravam bastante coisa. É coisa simples que, pela empolgação, o robô é muito dinâmico, ele é bem empolgante, e aí pela empolgação de fazer, eles não prestavam atenção, muito no que eles estavam*

fazendo. Aí para fazer as contas, eles erraram muito, porque eles queriam fazer rápido para poder ir para a frente logo.
***José**: Conseguiram fazer tudo. Deu um pouco de dificuldade ali, mas conseguiram. Porque o processo foi gradual, usamos as mesmas programações, que foram ampliando. E implementamos também a ideia do loop, da programação em loop.*
***JPC**: Eles estavam bem interessados na primeira aula, na segunda, eles voltaram querendo fazer, só que como eles não estavam conseguindo a execução, eles começaram a desanimar. De escolher o melhor caminho... Aí, eles não estavam conseguindo realizar esse desafio, aí, eles começaram a se sentir desmotivados. Aí, quando um grupo conseguiu, aí eu peguei e falei para todo mundo: a resolução, o modo de pensar deles.*
***Larissa**: Era bem no início, a nossa aula foi a segunda aula. Então, assim, na minha opinião, eu não achei dificuldade nenhuma porque a montagem era simples, o conteúdo era simples e os desafios eram simples. Então, não tinha, tipo assim, uma certa dificuldade. Os alunos tiveram dificuldades para realizar, né? Porque, acaba que eles estavam conhecendo, eles também, como eu, não tiveram o contato com a robótica e tudo mais. Não sabiam nem programar em linha reta.* [...] *Foi, porque assim, na primeira aula, eles estavam mais quietinhos, na deles, estavam mais recuados, se a gente perguntasse, parece que eles tinham medo de falar alguma coisa, com a primeira turma que apresentou. Já na segunda aula, para gente soltar eles, a gente fez uma dinâmica, que aí foi onde eles interagiram e quando começou a nossa atividade e tudo mais, eles já estavam conversando, já estavam mais entrosados, tanto com os outros alunos quanto com os estagiários. Então, assim, foi a forma que os alunos se identificaram com a nossa aula, foi muito gratificante para a gente porque acaba que a gente percebeu ali que eles estavam entrosados, eles estavam querendo desafios, tanto que eles ficavam assim: "semana que vem tem mais? Vai ter mais desafios"? Então a gente percebeu que, tipo assim, a partir da nossa aula é que eles começaram a entrosar mais.*
***Luana**: Não, acho que a nossa aula, por ser mais a introdução, né, não teve tanta dificuldade. Teve as dúvidas, porque era novo, né? Então, assim, as dúvidas mais em relação à programação, o que cada coisa fazia, aonde ia colocar, o que fazia ir para a frente, a função de cada coisinha lá da programação. Mas foi isso mesmo, que foi bem tranquilo. Eu acredito que depois, em questão dessas partes, eles não tiveram dificuldade, não. Eles já estavam cientes de como que é essa parte básica, né, de andar, de virar, já estava tranquilo. Aí depois com as outras aulas, né, foi só acrescentando mais Matemática, o robô foi ficando mais complexo.*
***Neném**: Teve uns lá que perguntaram coisas que até a gente, né, eles entendem coisas até mais que a gente, assim, talvez o aluno já viu coisa que nem a gente não viu. Assim, não é que a gente não sabe, mas nunca viu, porque o LEGO tem muitas opções.*
***Noemi**: Acho que, por exemplo, na nossa aula, né, teve muitos alunos que ficaram muito no detalhe do desenho, porque com o robô movimentando, né, esse movimento de vai, sobe e desce, de abrir e fechar o braço, o robô oscila um pouco, né? Aí, acaba que a linha que ele faz com a canetinha fica meio torta. Aí tem aluno que se importa com isso, tem aluno que não se importou com isso. Falou assim, "não, está meio torto, mas dá para ver que é um quadrado". Tem a forma do quadrado, só que as linhas estão meio que oscilando, né? Aí teve uns alunos que ficaram testando a programação até o quadrado sair o mais perfeito possível, entendeu? Teve outros que não. Aí, com isso, enquanto, tipo assim, os alunos estavam terminando a segunda atividade, já tinha uns que estavam no labirinto, né?*

> ***Salazar****: No começo eu acho que eles estavam receosos por ser uma novidade também, eu acho. Eu me vi muito neles, no começo, eles estavam com medo e aí conforme eles foram vendo: não, eu dou conta de programar e de colocar o robô para executar, dou conta de montar, programar e executar, eles foram se soltando e completando os desafios.* [...] *Eles vieram com uma dificuldade enorme na Matemática. Isso, por que? Teve um exercício que eles teriam que fazer uma conversão. Aí, a gente indicou a regra de três. Muitos nem sabiam o que era uma regra de três. Eles são alunos do Ensino Médio, ou seja, o que eles aprenderam de Matemática? A gente esperava que eles aprendessem mais, mas só pelo fato deles aprenderem o que eles não sabiam, o que eles aprenderam na nossa aula, o que a nossa aula proporcionou para eles, eu acho que foi positivo.* [...] *No começo, a gente tinha que estar relembrando conteúdos básicos, de mexer com vírgula, o que eu já falei da regra de três, de divisão. Ah, tio, pode dividir usando a calculadora? A gente: não, mas deixa eu te ensinar a dividir sem calculadora. Eu ajudava eles a dividir sem calculadora.* [...] *Hoje, eles sabem muito mais. Entrei lá na minha aula, aí eu saí, foi a aula do JPC. No que eu voltei na aula da Noemi, que foi a aula do Plotter, eles sabiam fazer coisas que eu demorei uma tarde inteira do planejamento para o Plotter, igual fazer o triângulo, teve alunos que conseguiram fazer em 10 minutos. Eu demorei uma tarde para fazer aquele triângulo. Ou seja, eu acho assim, que eles tão crescendo exponencialmente. Isso é uma maneira muito positiva que eu enxergo o projeto.*
> ***Stephen Hawking:*** *É, a do Plotter lá, né? Então, porque tipo assim, a dupla que eu estava acompanhando, aquelas questões de geometria, de fazer o desenho lá, eles tentavam pensar de maneira matemática. Tipo, "como é que que eu tenho que fazer, tipo como eu vou usar a Matemática para tentar fazer desenho?", né? Aí eles usavam a Matemática, usavam, tipo, junto com aquele pensamento da lógica da robótica, o que eles têm que fazer, né? Aí, eu vi que eles foram avançando nessa questão da investigação, né? Eles pensaram bastante a questão da Matemática. Até porque a aula, eu acho, que foi bem planejada para isso, para eles pensarem na parte Matemática, né? Porque tinha muita questão de perímetro, área, essas questões, né?*
> (Entrevistas).

Compreendemos que o conhecimento sobre o conhecimento matemático dos alunos foi sendo construído ao longo de todo o semestre letivo.

Em quarto lugar, os estagiários desenvolveram o ***Conhecimento Didático*** relativo à condução das aulas, seguindo a abordagem exploratória. Essa abordagem muda a relação entre professor e alunos, na qual ambos assumem papéis diferentes dos habituais. Na abordagem exploratória é possível que "os alunos construam ou aprofundem a sua compreensão de conceitos, procedimentos, representações e ideias matemáticas" (PONTE *et al.*, 2015, p. 114). Desse modo, os alunos são ativos durante o processo de ensino-aprendizagem e o professor é o condutor, o que orienta os alunos na busca pelo conhecimento, questiona, argumenta e direciona a discussão coletiva para sintetizar os conceitos desenvolvidos na aula.

Com relação à abordagem exploratória durante as aulas, as falas dos estagiários colocam em evidência suas compreensões e as diferentes formas que conduziram essa estratégia de ensino:

> ***José:*** *Os alunos que queriam, realmente queriam e focavam em fazer, faziam. Outros ficavam de corpo mole e esperava alguém dar a resposta, que a gente tentava fazer ao máximo para não dar. E outros, que nem faziam, esperavam e alguém ia lá e fazia para eles. O aluno parava lá e falava "ah, não dou conta, não dou conta, não dou conta" e ficava enrolando e acabava que a gente tinha que tentar fazer ele fazer, dando dica sem dar dica. Falando "lembra da última aula? o que fez na última aula? como funciona o sensor? Como faz o cálculo de medida? como você tem que colocar a distância menor para você virar antes de bater"?*
> ***Larissa****: A gente deixou que os alunos discutissem, anotassem quais fórmulas eles poderiam usar. Porque a gente usou a do diâmetro, a do comprimento da roda e assim foi. Então, assim, a gente deixou que os alunos, no início, eles tentassem fazer pela forma que eles achassem melhor. E depois que a gente explicou as equações, para que eles pudessem fazer. Então assim, acaba que em tudo, até por tentativa, eles conseguiram enquadrar a Matemática nisso, né? Acaba que eles iam por segundo, eles iam por rotação e eles foram tentando fazer.*
> ***Rogério****: Tiveram dificuldades, eles não tiveram que descobrir sozinhos, se eles chegavam com uma dúvida, a gente esclarecia. A gente deu o problema para eles: a gente quer saber essa distância. Esperava eles pensar, pensar e perguntar: mas como que eu calculo isso? Mas a gente não apresentava já a fórmula, a gente apresentava a relação. Suponhamos, se aqui forma um triângulo, né? Aí, explicava o teorema de Pitágoras para eles entender, né? Porque se eles sabiam essa distância, essa distância, eles poderiam calcular aqui. A gente não dava a fórmula tipo... Você falava, você tem que achar o tamanho desse lado do triângulo, desse lado do triângulo, então você vai ter essa distância. A gente explicava, dava os dados para eles chegarem no raciocínio final. Mas, mesmo assim, alguns tiveram dificuldade. Tivemos que explicar mais, mais e mais, desenhar e mostrar.*
> ***Stephen Hawking:*** *Nesse caso, eu vi que a gente tinha que dar muitas dicas, no caso, para eles tentarem ver a Matemática que estava por trás daquele robô. Porque, no começo, a gente não sabia como fazer uma aula de investigação matemática usando a robótica, né? Então, a gente sempre tinha que dar: "ah, mas se você pensar, como que o robô deve andar", né? Tipo, "que conta você faz"? e "porque que você fez essa conta"? A gente sempre estava perguntando alguma coisa para eles, para eles tentarem pensar por trás daquele robô, que Matemática que estavam usando.*
> ***Yoda****: Eu sou aquele professor que não dá a resposta, não. Eu fico lá, assim: pensa nisso, faz isso assim. Aí, como eu era mais esse professor que poupava mais em dar a resposta, então eu chegava e fazia questionamento sobre. Por que estava dando aquele resultado? Ou por que da parábola estar virada para baixo ou para cima? Por que a equação geral não era aquela? Então, eu sempre fazia perguntas e tentava que ele respondesse. Deixava lá.*
> (Entrevistas).

Cada estagiário desenvolveu sua forma de aproximação e comunicação com os alunos. Alguns insistiam mais para que os próprios alunos fossem desenvolvendo seu raciocínio e os auxiliavam, fazendo perguntas direcionadas, enquanto outros estagiários, vendo as dificuldades de alguns alunos ou a falta de tempo para que eles concluíssem sozinhos, acabavam auxiliando mais, até quase revelar os procedimentos necessários para finalização da tarefa.

Como a abordagem exploratória é algo completamente novo para os estagiários, acostumados ao ensino tradicional, alguns tiveram dificuldades em desempenhar o papel de mediadores do processo de ensino-aprendizagem seguindo essa abordagem. Os alunos também não estão acostumados com essa abordagem, assim, alguns ficavam esperando pelas dicas dos professores, alguns ficavam aguardando a resposta do professor. Aos poucos essas barreiras foram sendo transpostas. Além disso, as discussões coletivas não ocorreram em todas aulas de investigação. Durante as sessões de reflexão, alguns estagiários comentavam sobre a falta das discussões coletivas para a finalização da aula, momento em que se sintetizam os conceitos trabalhados.

7.3.2 A Observação, a Reflexão, a Colaboração e as Adaptações

A ***colaboração*** entre os participantes do grupo nessa investigação se deu a partir de um processo dinâmico, que passou por um movimento de mutação, de adaptação, reajustes e algumas dificuldades (BOAVIDA; PONTE, 2012). A literatura alerta para a dificuldade de se estabelecer relações verdadeiramente colaborativas em estudos de aula com futuros professores (PONTE, 2017). No entanto, ela pode trazer contribuições e possibilitar o desenvolvimento de conhecimentos importantes para o futuro docente.

Foi possível evidenciar algumas das características que demonstram que o grupo caminhou em conjunto e estabeleceu relações que se aproximaram de uma dinâmica de **colaboração e negociação**. Em algumas atividades a colaboração ocorreu entre os pares ou trios de estagiários (os subgrupos) e em outras, envolveu todos os participantes. Porém, vale ressaltar que os futuros professores não tiveram o mesmo envolvimento nas atividades do grupo. Alguns participaram mais em um período do que em outro. Assim, a colaboração foi se constituindo num movimento, em alguns momentos as relações eram mais colaborativas, enquanto em outros, eram necessários o incentivo e o reforço dos formadores, direcionando questionamentos pontuais para que houvesse a colaboração de todos. É preciso lembrar também que os estagiários estavam sendo avaliados pelo professor da disciplina, o que implica uma hierarquia no processo. Além disso, haviam os desdobramentos entre a vida acadêmica e pessoal (família, trabalho, etc.) que exigem muito dos mesmos, dificultando o envolvimento por parte de alguns nessa ação formativa que demandou bastante tempo, responsabilidade e dedicação dos mesmos.

A **colaboração** no grupo investigado foi pensada no sentido de que cada professor estagiário tivesse voz para dar sua opinião durante todo o processo de planejamento e execução

das ações do projeto. Os objetivos do Projeto ROBOMAT foram traçados conjuntamente, as ações foram pensadas, planejadas, analisadas com a colaboração de todos os participantes. O **diálogo e a negociação** entre os participantes possibilitaram que fossem realizadas algumas adaptações ao estudo de aula para que ele se ajustasse ao contexto e à diversidade do grupo. As três principais adaptações foram: 1) a divisão dos estagiários em dois grupos durante as aulas de investigação, 2) a condução compartilhada da aula de investigação por todos os estagiários do subgrupo, e 3) os observadores da aula foram também monitores dos alunos durante a realização das tarefas propostas. Essas adaptações foram frutos do ***diálogo*** e do ***processo de negociação*** coletiva do grupo, em função de alcançar os objetivos comuns, traçados para o projeto ROBOMAT, sendo assim, foi uma construção coletiva dos participantes.

Com relação à divisão do grupo em dois, essa adaptação permitiu que as aulas de investigação tivessem um número menor de participantes e observadores, o que ocasionou um ambiente com menor ruído e maior interação entre os futuros professores e os alunos. Além disso, possibilitou que os estagiários continuassem estudando os próximos protótipos, desenvolvessem maior segurança e confiança em si mesmos e em seus conhecimentos para orientar os alunos nas tarefas para as aulas seguintes. Essa adaptação supriu essa demanda, mas caso o grupo fosse pequeno, formado com poucos estagiários, não seria viável a utilização dessa adaptação, uma vez que compreendemos que as duas últimas adaptações foram fundamentais para o êxito da ação formativa.

Assim, quanto à segunda adaptação, a aula compartilhada auxiliou os subgrupos na gestão do tempo, do conteúdo e das tarefas. Permitiu aos subgrupos dividir a responsabilidade pela aula, principalmente, levando em conta o tempo de aula. Quanto à terceira adaptação, os observadores também como monitores dos alunos, foi uma adaptação importante ao contexto da robótica, uma vez que apenas um professor (ou o subgrupo com 2 ou 3 estagiários) na sala teria maior dificuldade de gerir a aula, de atender os alunos em suas dúvidas e os alunos levariam um tempo muito maior para a realização das atividades. Percebemos que essas duas últimas adaptações são importantes ao estudo de aula com robótica educacional e poderiam ser generalizadas para outros contextos que envolvam as TDIC.

Durante todo o projeto, as opiniões e sugestões foram discutidas no grupo, num processo de respeito mútuo, valorização das diferenças e confiança entre os participantes, desde formadores, aos estagiários mais ou menos experientes com a robótica. Todos foram convidados a colaborar e compartilhar suas experiências e percepções visando alcançar os objetivos do projeto ROBOMAT. Essa postura de **comprometimento** e de **mutualidade** ficou evidente durante as primeiras sessões de reflexão, quando os estagiários alertaram sobre os

constrangimentos observados nas primeiras aulas, na tentativa de que eles não se repetissem nas aulas seguintes:

> ***José****: Os outros estagiários não tiveram tantas reclamações, porque a primeira e a segunda quase que foi como experiência do que não fazer na nossa. Então, as reclamações foram poucas. A primeira aula foi a base para tudo, então, aquela lá, ela ia ser ruim, não tinha como não ter crítica na aula. Porque todo mundo era leigo na coisa toda, então eles foram a âncora, vamos dizer assim, dali é o ponto de corte. Então, eu tentava melhorar naquilo que eles falaram para a gente não fazer. Porque na primeira aula todo mundo ficou lá na frente. Aí, foi discutido na segunda-feira e falou: "vamos movimentar mais". Aí, na segunda aula deu uma movimentada. Aí, falou: "tem muita gente, tá conversando demais, vamos tirar". Tirou o povo. Aí, foi melhorando assim. Aí, acabou que, da minha para frente, ali, as críticas eram menos, mais, era questão de mudança, para trazer os alunos mais para dentro da aula. Críticas de aulas, até que eu não lembro se teve muitas. Teve críticas quanto à forma que estava sendo aplicado, por que estava mantendo os mesmos robôs, estava mantendo os mesmos grupos* [de alunos]. *Aí, não sei se era uma crítica, era uma opinião para mudar. Mais era opinião: "ó, vamos mudar os grupos para ver se dá uma mesclada, se o pessoal dá uma renovada. Vamos mudar o robô para ver se o pessoal começa a animar de novo". Mais foi isso.*
> ***Larissa****: Eu penso que para as outras aulas foram boas as críticas positivas que fizeram para gente, foram boas para eles também. Fez com que eles pensassem o tipo de aula que eles poderiam conduzir.*
> ***Luana Júlia****: Não, assim, acho que apesar de muitos comentários, foi tranquilo, não me senti mal hora nenhuma. Foi bem tranquilo porque foi o primeiro passo para as outras aulas, né, para melhorar a cada aula e toda aula teve os seus comentários. Então, acho que é normal, foi tranquilo e foi mais para ajudar também as outras aulas.*
> ***Neném****: Uai, na nossa aula em si, em relação aos alunos, falaram alguma coisa ou outra que poderia melhorar. Como era a primeira vez que nós tínhamos dado uma aula, falaram em melhorar na fala, para nós termos uma voz mais ativa com a turma, para que os alunos prestassem mais atenção, não deixar correr solto. Falaram sobre o que é mais importante, porque é aqui que a gente vai aprender, para quando formos dar aula não chegar tão cru assim. Foi bom. Falaram também sobre o que poderia ser melhorado para as próximas, como a nossa era a primeira aula, nós fomos as cobaias da turma.* [...] *Claro, com certeza, que mudou da primeira até a última, agora. Foi uma mudança muito grande em relação ao planejamento das aulas, ver o que seria melhor, nós já sabemos o que os alunos gostam, do estilo de aula. Como tinha muita gente, cada um falou alguma coisinha que no decorrer, não serviu só para nós, mas para todo mundo, né, que quando fosse dar aula, mais ou menos, ia ter uma noção de como nós demos a aula, para eles melhorarem.*
> ***Stephen Hawking****: A gente fala o que a gente viu na aula, o que passou, o que pode ter errado, o que pode melhorar. Eu percebi foram críticas construtivas, porque a gente se baseou nessas críticas para a gente tentar melhorar na outra aula, né? Eles pensaram bastante, em questão do andamento da aula, tipo, a questão de horário, a questão da turma ter um horário para eles irem lanchar, então, tentar fazer um horário para eles voltar. Eles também falaram aquela questão de, tipo, quantos por cento está a Matemática e a Robótica, né? Então, tipo, naquele caso, estava mais Robótica do que a Matemática. Eles também falaram questões do*

> *comportamento da turma. Elogiaram bastante a nossa aula. Falaram que foi boa, no ponto de vista deles.*
> ***Thiago**: Eu já esperava, né? Eles falaram realmente coisas que todo mundo já tinha entendido, já tinha percebido. Por exemplo, o Neném e a Luana. O Neném falou pouco, Luana também. Eles ficaram como se fossem coadjuvantes, não foi três, igual tá sendo agora, os três falam ao mesmo tempo. Agora os três professores dão aula juntos. A gente ficou parado na frente. Isso eu lembro, a gente ficou parado na frente e foi muito cobrado por isso. Porque falou que a gente não se locomoveu, só ficou lá na frente dando aula, não foi ver nada. Aí, do segundo grupo para frente eles ficaram andando, vendo e tal, ensinando.*
> (Entrevistas)

Para os estagiários, o *feedback crítico* dado durante as sessões de planejamento e reflexão fizeram parte do seu processo de aprendizagem e contribuíram com o processo de aprender a ser professor, refletir sobre o seu agir, e também contribuíram para a aprendizagem dos demais estagiários das próximas aulas. Esse *feedback crítico* revelou a confiança e o respeito entre os participantes para se posicionarem, mas também revelou a capacidade dos futuros professores estarem dispostos a ouvir com atenção o outro e valorizar as contribuições dadas. As críticas recebidas dos colegas foram compreendidas de forma positiva, pois todos os participantes estavam aptos a contribuir para o trabalho do grupo. Esse posicionamento do grupo reforçou o sentido de **mutualidade** e **confiança** entre os participantes. No entanto, a relação de mutualidade não foi confundida com **igualdade absoluta**. Na relação entre os participantes existia obviamente a hierarquia, professor de estágio (avaliador da turma), estagiários, consequentemente, alunos, e pesquisadora, mas todas as vozes foram ouvidas, analisadas e consideradas, e quando pertinentes para o grupo, as propostas eram colocadas em prática. Em um grupo no qual existe confiança, possibilita que os diferentes protagonistas sejam ouvidos, respeitados e valorizados.

Durante o planejamento e as sessões de reflexão sobre as aulas, o grupo realizou uma reflexão aprofundada para a prática e sobre a prática (QUARESMA; PONTE, 2019). Nas reflexões para a prática, os futuros professores fizeram sugestões para adaptações no planejamento das aulas futuras ou das tarefas propostas e perceberam aspectos importantes das aulas que deram resultados, portanto, deveriam ser mantidos nas aulas seguintes. As reflexões colaborativas imediatas sobre cada um dos doze ciclos do estudo de aula permitiram que os futuros professores implementassem as mudanças nas aulas e nas tarefas. Nas reflexões sobre a prática, eles refletiram sobre o trabalho do professor, a condução das aulas, sobre as aprendizagens e dificuldades dos alunos e sobre possíveis mudanças nas aulas e tarefas. Portanto, os estagiários perceberam as análises e os comentários do grupo, durante as sessões

de planejamento e reflexão, como forma de contribuição para a melhoria e mudanças no planejamento das aulas:

> ***Anninha**: Alguns dos colegas deram ideias bastante produtivas, mas foram poucos.*
> ***Bru**: Eu consigo ver o que está de errado, mas você que planeja a aula não consegue ver. Então, acho que quando uma pessoa, um aluno, estagiário, critica, isso acaba sendo construtivo para a gente. Isso é importante! Eu mesma sou uma pessoa que falou muito das aulas dos estagiários. Eu dei muito minha opinião, falei o que eu gostei e o que eu não gostei, o que achei importante e o que não achei. Porque eu acho que isso, para eles e para mim, era construção, era construtivo. Porque a gente começou num ciclo de doze aulas, então cada aula era uma sequência. E cada sequência tinha que ser melhor do que a anterior. Eu tinha que ser melhor que o meu colega, meu colega tinha que ser melhor do que eu. Isso era extremamente importante para chamar a atenção dos alunos e para tentar aplicar o máximo, o melhor possível para cada aula. Então isso é importante, as críticas vindas de estagiário são muito importantes.*
> ***JPC**: Contribui nessa questão da observação, de pontos a serem mudados, de se questionar da sua metodologia. Porque você tá ali, sempre.* [Se] *você é professor há dez anos, sempre na mesma metodologia, você não consegue ver os seus defeitos. Tem que vir alguém de fora para poder ver e falar: não, talvez se você mudar isso, melhore.*
> ***Leka**: E teve a questão também que a gente, a atividade... porque eu esqueci que a gente teve que mudar o desafio final. A gente tinha planejado o War primeiro, só que aí, em questão do tempo e como era a última aula deles e também porque assim, quando a gente trouxe a ideia do War era para utilizar uma aula inteira porque é bem demorado. Aí como a gente teve que fazer adaptações e jogar as atividades para a segunda aula, a gente viu* [o grupo] *que não daria tempo da gente fazer o jogo do War. Isso levaria muito tempo.*
> ***Linda**: Bom, eu imagino que tem gente que não gosta das pessoas serem muito críticas em relação a coisas que é da gente, mas eu gosto muito, porque eu acho que melhora o nosso modo de ver as coisas. Tipo, a maioria dos pontos que eu levantei aqui, que eu já falei, não foi eu que fiz, foram as pessoas que falaram nas segundas-feiras. Falaram, ó, Linda, faltou a formalização no final da aula. Ah, Linda, eu achei que a aula não foi muito instigativa para os alunos, eles ficaram meio dormindo. Eles ficaram mesmo! Daí outros falaram: ah, mas eu acho que é porque a gente ficou quase três semanas sem aula, os meninos voltaram com um pouco mais de preguiça.* [...] *Então, essas coisas, não foi eu que vi, na maioria das vezes foram os estagiários, na segunda-feira. Porque quando a gente planeja, a gente gosta tanto do que a gente faz, né, que a gente não vê tanto defeito, quem vê é quem está de fora. Então, para mim, foi uma das coisas mais importantes.*
> ***Noemi**: Assim ó, eu gostei. Eu gostei porque é muito difícil você ter um momento de autorreflexão, né? Você pode até ser um pouco rigoroso e tal, falar assim: "ah, que o meu comportamento com relação aos alunos podia ser melhor, o modo de falar e tal". Só que você não consegue ter uma visão ampla, é você falando de você. Só que, quando os outros falam de você, aí você tem outra visão, né? É de um ponto de vista diferente. Aí eu acho que isso é bom, principalmente, para a gente que tá começando. Acho que foi interessante você ver outras perspectivas.*
> ***Salazar**: Uma coisa que eu deixei claro para o Stephen Hawking e a Larissa foi: a gente vai escutar as críticas, isso dos nossos estagiários da primeira*

> *aula, e a gente, em cima dessas críticas, a gente vai crescer. A gente não vai procurar cometer os mesmos erros, ou seja, na segunda aula a gente já chegou com uma dinâmica, que foi a do programador e do robô, para entender a diferença da programação e da autonomia. Então, eu acho que foi positivo o resultado. Eu acho que ele é positivo, no ponto da gente não ficar preso só no nosso ponto de vista, porque a partir do momento que a gente tem várias pessoas julgando uma coisa nossa, seja de forma positiva ou negativa, a gente não pode ver só aquilo como: "ah, aquilo é aquela pessoa que viu da minha aula". Não, talvez o que essa pessoa falou da sua aula foi a opinião da maioria dos alunos. Então, acho que tem que ser visto de forma positiva.*
> ***Stephen Hawking**: Como a gente deixou na última aula o desafio da argola, então os estagiários estavam falando sobre a gente continuar com esse desafio e seguir. Só que no planejamento a gente estava pensando em outros desafios, tipo, a corrida maluca. Só que aí a gente tirou ela, essa corrida maluca, porque a gente viu que talvez não ia dar certo. Foi a partir da análise do grupo, porque a gente pensou assim, a questão de matemática, o saber matemático dos alunos, eles estavam muito fracos, quando a gente passava as fórmulas ou passava um conceito matemático lá, no caso, principalmente, naquela questão de fazer o robô virar e tal, que eu que apresentei a circunferência para eles, apresentei os cálculos, muitos deles não conseguiram, né? A partir disso daí a gente viu que passar uma questão que usa muita Matemática agora para eles, não vai dar muito certo. Então, melhor deixar isso para depois. Então, a gente deixou continuar o desafio da argola, né?*
> ***Yoda**: Meu grupo já tinha esta aula em mente utilizando o protótipo da Catapulta, porém, quando levamos a ideia para ser discutida em sala de aula, surgiram vários comentários, uns a favor e outros contra, e até uma nova sugestão de protótipo. O que nos levou a esquecer tudo que já tínhamos preparado e começar do zero, porém o modelo indicado por eles não funcionou e acabamos por voltar e aplicar a aula que tínhamos imaginado no princípio.*
> (Entrevistas)

Os estagiários reforçaram que a aprendizagem ocorreu a partir dos múltiplos olhares sobre o mesmo problema e a busca colaborativa pela solução. Para Quaresma (2018, p. 17), quando os professores trabalham coletivamente, eles "têm mais hipóteses e capacidades para compreender e agir sobre as complexas relações, condições e situações que decorrem na escola, em geral, e na sala de aula em particular". Os estagiários revelaram que as sessões de reflexão contribuíram para a mudança da prática, para refletir sobre as abordagens utilizadas, refletir sobre a sua prática. As falas dos estagiários, destaca-se a de Noemi, revelam a compreensão sobre a importância da reflexão sobre e para a prática.

Boavida e Ponte (2002, p. 8) afirmam, que "um trabalho em colaboração não envolve apenas uma aprendizagem relativamente ao problema em questão. Envolve, também, uma autoaprendizagem e uma aprendizagem acerca das relações humanas". Os estagiários, em sua maioria, já se conheciam e faziam parte da mesma turma, cuja entrada na universidade ocorreu no mesmo período. Eles já haviam construído um bom ambiente de trabalho juntos, nas

disciplinas que já cursaram juntos. Durante o Estágio Supervisionado I, essas relações interpessoais foram mantidas, reforçando o ambiente interativo de confiança, respeito, compreensão e cuidado:

> ***Anninha**: Ó, não é uma coisa muito boa não. Ser observada é estranho, mas os colegas, como a gente está acostumado com eles, acabou que não foi uma observação, foi só uma aula que eu estava dando para os alunos e para meus colegas.*
> ***Larissa**: Ah, para mim foi tranquilo, porque, para mim, se fossem vários professores lá observando, aí a gente ficava mais assim, né? Agora como é aluno, eu fico até brincando com eles: "a gente aqui é mais família do que a família de sangue, porque a gente convive mais junto do que os outros". Então, acaba assim, que com eles lá foi tranquilo, a gente não via eles como observadores, a gente via como colegas de Estágio. Agora se fossem professores aí a gente ia ficar mais nervoso.*
> ***José**: Não, fui tranquilo na minha aula.* [...] *A interação de todos os estagiários ali, foi bem legal. Apesar do que, como nós somos uma turma de antigos, eu não sei se fosse outra turma, se teria essa interação. A interação foi bem legal, não teve desavenças, não teve atrito com ninguém ali. A maioria das pessoas levou beleza na questão do feedback das aulas e tudo mais.*
> ***Leka**: Ah, eu nem percebi, assim... Foi natural, porque a gente vai aplicando a aula lá e tudo assim, a gente nem percebia. E como eu falei, tem muita gente que participa, que praticamente deu a aula junto com a gente, né, com os alunos, isso ajudou muito.*
> (Entrevistas)

O estudo de aula ofereceu a oportunidade para os estagiários desenvolverem um **saber sobre trabalhar em grupo** (SOUZA JÚNIOR, 2000), aprender a ouvir o outro, a respeitar a opinião do outro, a aprender com a diferença e as limitações do outro. Eles valorizaram a forma de **liderança compartilhada**, no sentido de compartilhar a responsabilidade pelo trabalho de ensinar, para acatar as decisões do grupo, visando o objetivo comum (FIORENTINI, 2013):

> ***Anninha**: Então, eu nunca fui muito de trabalhar em equipe e eu sempre fui mais um pássaro solitário. E agora, no estágio, eu aprendi muito trabalhar em equipe, cada um tem seu trabalho, que cada um tem que fazer seu trabalho para poder fluir. Eu aprendi muito trabalhar em equipe.*
> ***Linda**: Eu sou uma pessoa que gosta de fazer os trabalhos sozinha, para não dar trabalho para as outras pessoas, porque eu sou o tipo de pessoa que dou trabalho em questões de datas, de prazos e porque eu acho que... eu prefiro fazer do meu jeito, às vezes. Se eu achar que a pessoa fez de uma maneira mal feita ou ficou ruim, eu vou apagar tudo que a pessoa fez e fazer do meu jeito. Acaba que daí eu prefiro fazer sozinha. Enfim, o Rogério e eu nos demos muito bem nesse quesito, a gente se ajudou no sentido de pensamento. A gente sempre trocou mensagens, se reuniu algumas vezes para ver se alinhava como seria a aula.*
> ***Luana Júlia**: Primeiro você conciliar o grupo todo, conciliar todos, com todos fazendo a sua parte, dividir as partes, né? Ficar assim de um jeito, um planejamento que todos conseguissem atingir sua meta. Acho que essa é uma parte difícil, já começa por aí. Em grupo, não é só você, apesar de que, tipo*

> *assim, individual seria difícil, mas em grupo também é difícil, de você conseguir o grupo todo chegar a uma mesma ideia.*
> ***Noemi**: Ajudou. Ajudou porque no começo do estágio, né, era eu e a Bru. Aí a Bru também tinha um contato com a robótica, mas eu, como eu tive mais tempo de PIBID, eu entendia mais que ela, né? Aí, alguma coisa que eu sabia, eu passava para ela. Por exemplo, eu sabia mexer muito nos programas, porque o* [redacted] [professor] *passou os programas para o computador, né? Aí, eu sabia mexer mais nos programas que ela, aí eu fui ensinando algumas coisas para ela. Foi assim.*
> ***Rogério**: É uma coisa positiva porque você aprende. Mas eu acho que duas pessoas juntas, planejarem uma aula, é difícil. Você interferir no plano de aula da pessoa também é difícil. Elas aprendem juntas.*
> (Entrevistas).

Anninha afirma que sua principal aprendizagem, durante o estágio, foi o trabalho em equipe e o papel que cada um tem no grupo. Anninha apresenta um tipo de aprendizagem que será muito importante para sua futura atuação docente, a aprendizagem sobre as relações humanas, conforme observam Boavida e Ponte (2002), para quem, trabalhar colaborativamente envolve outras aprendizagens, como a autoaprendizagem e a aprendizagem sobre as relações humanas.

No entanto, o trabalho em colaboração geralmente envolve algumas dificuldades. Boavida e Ponte (2002) assinalam quatro dificuldades bastante comuns: lidar com a imprevisibilidade, saber gerir a diferença, saber gerir os custos e benefícios e estar atento em relação à autossatisfação confortável e complacente e ao conformismo. Em primeiro lugar, a imprevisibilidade marcou o projeto no que se referia ao uso das tecnologias (*hardware, software*, robô, computadores), como já foi discutido antes, bem como na organização do processo de estudo de aula. A primeira aula de investigação evidenciou a necessidade de mudanças e reajustes no processo, visto que haviam dezesseis estagiários em sala, dois formadores, doze alunos e o professor supervisor da escola, durante 4 horas/aula com um pequeno intervalo. A quantidade de pessoas no mesmo ambiente gerou tumulto e conversa paralela, o que comprometeu o bom andamento da aula e exigiu mudanças no processo de observação das aulas.

Em segundo lugar, com relação aos custos e benefícios, a própria condição do estagiário, matriculado em outras disciplinas do Curso de licenciatura que demandam sua atenção e dedicação, além de suas vidas, pessoal e profissional, e a alta carga de exigência do processo do estudo de aula comprometeram o envolvimento e colaboração de alguns dos estagiários. Diante dessas demandas, além das relações construídas com os colegas de curso, por vezes alguns estagiários se mantiveram calados e conformados com a proposta que era apresentada.

Ainda justificaram não se sentirem à vontade para falar ou serem observados e sentiram-se pressionados e ansiosos durante a condução de suas aulas:

> ***Anninha**: foram poucas pessoas que realmente falaram. Não sei se é pela interação com o colega que vai dar aula ou assim, não sabe se o colega vai aceitar, mesmo que não aceite, em vez de se abrir, ele guarda para si. Parece que ele está ali, mas não está ali.*
> ***Bru**: De certa forma incomoda, porque tira a liberdade de um professor dentro da sala de aula. A partir do momento que você tem pessoas sentadas, tanto vocês, que estavam nos avaliando como professores da universidade, tanto meus colegas de classe, que eram estagiários, como eu, acho que isso dá uma pressão a mais. Isso é uma pressão a mais. A gente está lá na frente e a gente fica pensando: ah, será que eles estão gostando? Será que estou fazendo a coisa certa? Mas, a avaliação dos estagiários e de vocês é muito importante porque é bom para o nosso crescimento profissional. É como eu te falei, eu acho que é uma crítica construtiva. Dá uma pressão, a gente sente pressionado, a gente fica incomodado, às vezes, mas isso é importante para a gente.*
> ***Linda**: Eu acho que os próprios estagiários estragaram com o propósito disso, porque nós mesmos, como somos alunos, a gente acaba... os estagiários mesmo, porque ou a gente não está preocupado, a gente quer outras coisas, quer sair rápido da sala, não está preocupado em falar. Não sei, acho que a gente deveria estar mais preocupado com a nossa aula, e ajudar os colegas com as aulas deles. Eu vi que alguns, tipo, nem abriram a boca para falar o que pensou, o que ajudou, poderia ter ajudado de alguma forma, né? Então, acho que os próprios alunos que não souberam aproveitar do sentido dessa aula. Eu mesma, em alguns momentos pensei alguma coisa, não falei e depois eu vi que aconteceu o que eu tinha pensado.*
> ***Neném**: Ah, é um frio na barriga, né? Você tá louco! Quando você está lá na frente é uma coisa e na hora que você vai explicar, você tá louco! O calor vem, você sua. Você está de boa e começa a suar assim, Senhora da Abadia! E até a gaguejar! Eu, quando começo a ficar nervoso, começo a gaguejar. É complicado! É difícil, né? A primeira vez não é bom, não. É complicado!*
> ***Rogério:** Eu acho que os alunos e eu, a gente sente mais desconfortável em falar do que em ouvir. A gente tem mais receio de falar da aula do outro do que ouvir. Se alguém fala, eu pelo menos não me importo tanto. E acho que é preciso falar. Um pouco também pode ser receio, sabe? Por ser todos estagiários, eles ficam um pouco receosos. Por também não conhecer do assunto, sabe? E com medo também da pessoa achar ruim, da pessoa se sentir ofendida e tal. Eu acho que todo mundo teve um pouco desse medo.*
> (Entrevistas).

Os estagiários não são professores, estão em processo de formação. Portanto, é natural esse sentimento de ansiedade e pressão ao se sentirem avaliados pelo professor de estágio, observados pelos colegas, pelos próprios alunos e pelos formadores. Eles estavam preocupados com suas posturas, conhecimentos e formas de conduzir a aula. Em vários momentos do planejamento ou das sessões de reflexão, principalmente no primeiro ciclo, o foco da discussão foi a atuação dos estagiários, e no segundo e terceiro ciclos o foco esteve nas relações que existiam entre os alunos (amizades e intrigas entre eles, que repercutiam no trabalho da equipe).

Essas análises evidenciavam o foco também da observação naquelas primeiras aulas. Assim, os formadores orientaram que, durante as observações, eles estivessem atentos às estratégias de resolução das tarefas usadas pelos alunos, suas dificuldades e aprendizagens (PONTE *et al.*, 2016; BAPTISTA *et al.*, 2014). Mantendo o ***diálogo*** e a ***negociação*** no grupo, respeitando os diferentes interesses nas discussões, o grupo foi realinhando o foco da observação e, portanto, direcionando as reflexões para situações que envolviam a aprendizagem dos alunos na aula.

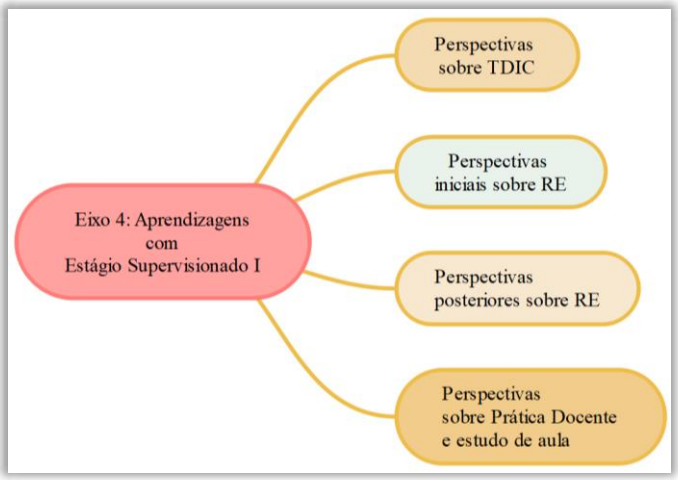
Em síntese, a ***observação*** durante o estudo ficou centrada ora na postura dos estagiários, com vistas no que deu certo e no que deu errado durante a aula, ora no aluno e seus processos de pensamento matemático e computacional, nas suas aprendizagens, gostos, aptidões e como se relacionam com os outros alunos. A ***reflexão*** em grupo permitiu que os estagiários, a partir da experiência, fizessem uma reflexão aprofundada para a prática e sobre a prática. O processo de ***colaboração*** possibilitou fazer adaptações importantes no processo de estudo de aula, implementar melhorias nas aulas e tarefas ao longo dos ciclos, estimular o comprometimento e mutualidade entre os participantes, promover o diálogo e a liderança compartilhada. Possibilitou também que os estagiários desenvolvessem diferentes aprendizagens, como a aprendizagem sobre o ser professor a partir do *feedback crítico*, o saber trabalhar em grupo, perceber o processo de ensino-aprendizagem a partir de múltiplos olhares e reflexões, reflexão aprofundada para a prática e sobre a prática.

Na próxima seção analisamos o movimento das perspectivas dos futuros professores acerca do trabalho com TDIC, do trabalho com robótica educacional e sobre a prática docente a partir do estudo de aula. Analisamos alguns anseios, medos e dificuldades iniciais, bem como o processo de autoria e autonomia desenvolvido durante a pesquisa.

8 APRENDIZAGENS COM O ESTÁGIO SUPERVISIONADO I: EVOLUÇÃO DAS PERSPECTIVAS

Nessa seção procuramos compreender o movimento das perspectivas dos futuros professores acerca do trabalho com TDIC, do trabalho com robótica educacional e sobre a prática docente a partir do estudo de aula. Apresentamos as perspectivas dos estagiários, sustentadas em ações anteriores e posteriores ao processo formativo quanto ao trabalho com TDIC, com robótica educacional e sobre a prática educativa. Apresentamos alguns anseios, medos e dificuldades iniciais, bem como as perspectivas sobre as aprendizagens efetuadas a partir das atividades realizadas com a robótica educacional, do estudo de aula e a interação no grupo colaborativo e com os alunos do Ensino Médio. Por fim, discutimos o processo de autoria e autonomia desenvolvido durante a pesquisa (Figura 92).

Figura 92 – Mapa do quarto eixo de análise



Fonte: Elaborada pela Pesquisadora.

8.1 MOVIMENTO NAS PERSPECTIVAS DOS FUTUROS PROFESSORES: TDIC E ESTUDO DE AULA

A palavra *perspectiva* tem muitos significados. Entre os significados de *perspectiva* no *Dicionário Aurélio on-line*, encontramos “modo através do qual alguma coisa é representada ou vista” ou “modo como se concebe ou se analisa uma situação específica; ponto de vista” ou “tudo o que se consegue ver ao longe; aquilo que os olhos alcançam desde um certo lugar; panorama” ou “sensação esperançosa; expectativa”, “aquilo que se percebe externamente; aparência”. No *Dicionário Michaelis on-line*, encontramos que *perspectiva* é a “visão que se

estende ao longe, até onde os olhos podem alcançar; prospectiva; ponto de vista; modo particular com que cada pessoa, influenciada por seu tipo de personalidade e por suas experiências, vê o mundo" e "aparência, visão ou aspecto sob o qual algo se representa" ou "sentimento de esperança e expectativa". No *Dicionário de Filosofia*, de Abbagnano (2007), *perspectiva* é a

> Antecipação do futuro: projeto, esperança, ideal, ilusão, utopia, etc. Esse termo expressa o mesmo conceito designado por *possibilidade* (v.), mas de um ponto de vista mais genérico e menos compromissado, visto que podem ser perspectivas coisas que não têm consistência suficiente para serem possibilidades autênticas. (p. 759)

Segundo Gadotti (2000, p. 4, grifos do autor), "perspectiva significa ao mesmo tempo *enfoque*, quando se fala, por exemplo, em perspectiva política, e *possibilidade*, crença em acontecimentos considerados prováveis e bons. Falar em perspectivas é falar de *esperança no futuro*". Compreendemos assim que a *perspectiva* também tem sentido de ponto de vista sobre algo que se examina atentamente (*Dicionário Escolar Latino-Português*, de Ernesto Faria) e *possibilidade* ou *prospectiva* de que algo ocorra futuramente.

Quando falamos em tecnologias na escola, somos remetidos a alguns dos sentidos da perspectiva como a esperança, o ideal ou até mesmo a utopia, ou no entender de Ponte (2000, p. 77), "estamos a falar de realidades ou a sonhar em voz alta". De todo modo, queremos compreender se as perspectivas iniciais dos futuros professores se mantiveram ou se passaram por transformações, se algumas das perspectivas apresentadas sobre a integração das TDIC, durante o curso de formação, se fixaram no *ethos* educacional desse grupo de futuros professores.

Quando pensamos no desenvolvimento profissional do professor, o conhecimento profissional do docente diz respeito às atividades que ele realiza, ou ainda, à sua perspectiva sobre o seu desenvolvimento profissional (SANTANA; PONTE; SERRAZINA, 2020). Compreendemos aqui a palavra perspectiva nos dois sentidos, como enfoque e possibilidade, pois

> Compreender as aprendizagens, os conhecimentos mobilizados e o próprio desenvolvimento profissional do professor, impulsionados por um processo formativo, envolve que ele tenha uma visão sobre suas perspectivas que podem ser sustentadas em ações anteriores ou posteriores ao processo formativo. (SANTANA; PONTE; SERRAZINA, 2020, p. 92)

Perspectivas sustentadas em ações anteriores são aquelas que apresentam o ponto de vista do professor sobre as "atitudes, reflexões e pensamentos fundamentados em experiências anteriores ao processo formativo" (SANTANA; PONTE; SERRAZINA, 2020, p. 92). Perspectivas apoiadas em ações posteriores são aquelas que correspondem às possibilidades futuras de que algo ocorra, às prospectivas, neste caso, "são as intenções futuras que podem ser expressas em forma de atitudes, reflexões e pensamentos que aportam no processo formativo e se projetam para o futuro" (p. 92).

Compreendemos que as perspectivas mudam à medida que redirecionamos nosso olhar, quando observamos atentamente os fenômenos ou conseguimos enxergar mais adiante e projetar mudanças no presente. Mudança quer dizer movimento ou alteração (ABBAGNANO, 2007, p. 686), enquanto movimento é mudança ou processo de toda espécie. Para Aristóteles, movimento "é a realização do que está em potência" (ABBAGNANO, 2007, p. 686). Potência é possibilidade de mudança, é o que pode vir a ser. Alguns exemplos de realizações de potencialidades são a construção, a aprendizagem, o crescimento e o envelhecimento. Todas essas realizações têm possibilidade de uma mudança, ou de estar em movimento.

Compreendendo o movimento dessa forma, a parte principal do movimento é o motor (ABBAGNANO, 2007). O que entendemos como motor no movimento das perspectivas? Em nosso caso, nosso motor foi o processo formativo realizado com os futuros professores. O trabalho com TDIC na formação de professores é importante para prepará-los, bem como a seus alunos, como consumidores e usuários da tecnologia, mas sobretudo, para possibilitar "criar condições para garantir o surgimento de produtores e desenvolvedores de tecnologias" (KENSKI, 2012, p. 67). Além disso, "que não aprendam apenas a usar e produzir, mas também a interagir e participar socialmente e, desse modo, integrar-se em novas comunidades e criar novos significados para a educação num espaço muito mais alargado" (p. 67).

Ao longo da seção procuramos responder à questão: *De que forma, participar do estudo de aula com robótica educacional poderá contribuir na prática pedagógica dos futuros professores?*

A ação formativa envolveu diferentes tecnologias, como *WhatsApp*, o *Facebook*, o AVA criado no SIGAA e a robótica educacional. Nesta última, trabalhamos tanto a parte de *hardware* quanto a parte de *software*. Os estagiários tiveram a oportunidade de aprender a tecnologia, bem como desenvolver a ação ROBOMAT, utilizando os dispositivos robóticos para o ensino de Matemática para alunos da Educação Básica. Os futuros professores tiveram a oportunidade de serem mediadores da aprendizagem, usando a robótica. O ensino em que se possibilita que os alunos sejam protagonistas do processo, não poderá ocorrer de forma

tradicional, pela transmissão de conhecimentos, “mas por um processo contextualizado considerando a realidade dos educandos, que seja problematizador promovendo a investigação e leve em consideração os interesses sendo, portanto, prazeroso, desafiador e significativo” (STROEYMEYTE, 2015, p. 18). Essas ações foram provocando mudanças nas perspectivas dos futuros professores à medida que puderam refletir sobre as contribuições das TDIC durante a prática docente com os alunos. Assim, analisamos o movimento das perspectivas dos futuros professores acerca do trabalho com TDIC, com robótica educacional e a respeito da prática docente, a partir do estudo de aula.

8.1.1 As perspectivas dos futuros professores sobre o trabalho com TDIC

Nessa subseção almejamos compreender as **perspectivas** sustentadas pelas ações anteriores e posteriores ao processo formativo realizado com os futuros professores. No início das atividades da pesquisa, perguntamos aos estagiários sobre suas perspectivas acerca do uso das tecnologias no processo de ensinar e aprender Matemática. A partir das contribuições dos estagiários, foi possível perceber a perspectiva de que a tecnologia pode despertar o interesse do aluno e motivá-lo para a aula de Matemática, com base em algo que já faz parte de seu cotidiano. Fruto das diversas vivências na cultura digital, nos variados contextos sociais, bem como a cultura digital promovida pelo curso, por meio de disciplinas e participação em projetos com TDIC, os estagiários consideram que os recursos tecnológicos podem proporcionar benefícios aos alunos, como perceber o processo de aprendizagem de forma mais fácil, desenvolver novos conhecimentos e oferecer novas possibilidades para estudar e aprender:

> ***Anninha**: Despertar o interesse nos alunos e mostrar que a disciplina não é essa matéria chata.*
> ***Bru**: Facilita na aprendizagem, possibilita fazer pesquisas.*
> ***José**: Faz com que os alunos se interessem mais pelo assunto.*
> ***JPC**: Aumentar o interesse dos alunos em relação à disciplina.*
> ***Kitty**: Ter mais conhecimento.*
> ***Leka**: As TDIC são meios facilitadores para o desenvolvimento do conhecimento matemático, assim como em outras disciplinas. Tendo este conhecimento, o professor pode buscar outros meios, além do tradicional, para despertar o interesse do aluno em aprender Matemática, facilitando assim o entendimento para o mesmo.*
> ***Linda**: O uso da tecnologia em meios educacionais é de extrema importância, pois leva o estudante (principalmente os mais jovens) a aprender a usar tais recursos como meios de estudo e aprendizagem.*
> ***Luana Júlia**: Acredito que seja algo que chame mais atenção dos alunos, foge um pouco do quadro e giz e trabalho algo dinâmico e que causa uma certa curiosidade de aprender mais.*

> ***Noemi**: Aproxima a sala de sala de aula e o conteúdo com o assunto de interesse dos alunos e seu cotidiano.*
> ***Neném**: É muito importante, pois com a TDIC o aluno tem outra ferramenta de aprendizagem além do lápis e borracha, com isso o aluno vê melhor o que é ensinado no quadro.* **(**Questionário 1)
> ***Rogério**: Facilitar o aprendizado e estimular os alunos.*
> ***Stephen Hawking**: A importância é que as TDIC podem facilitar a aprendizagem na área.*
> ***Thiago**: Principalmente para praticar o que se aprende em sala de aula.*
> ***Yoda**: Buscar uma nova forma de motivação aos estudos por parte dos alunos.*
> **(**Questionário 1)

A maior parte dessas falas evidencia a compreensão de que as tecnologias digitais são ferramentas de aprendizagem (PONTE, 2000), as quais são consideradas recursos mediadores que contribuem para o aprendizado e servem de motivação ao aluno para aprender Matemática. Thiago aponta a perspectiva do uso das tecnologias digitais com uma abordagem instrucional, centrada na transmissão de conhecimentos, quando sua utilização é vista como uma prática repetitiva e mecânica. Essa perspectiva indica uma forma reducionista do ponto de vista dos objetivos educacionais e dos processos de aprendizagem, pois não possibilita que os alunos construam suas próprias aprendizagens (PONTE, 2000) e elaborem novas formas de aprender (PIMENTA; LIMA, 2017). Para Ponte (2000, p. 72), "em termos de objectivos, considera-se hoje fundamental a construção de conhecimentos, competências, atitudes e valores que vão muito para além daquilo que se pode aprender por simples memorização e prática repetitiva". A BNCC sublinha a importância das tecnologias digitais no ensino de Matemática, pois "o uso de tecnologias possibilita aos estudantes alternativas de experiências variadas e facilitadoras de aprendizagens que reforçam a capacidade de raciocinar logicamente, formular e testar conjecturas, avaliar a validade de raciocínios e construir argumentações" (BRASIL, 2018, p. 536). Com a robótica, existem diferentes possibilidades para variar as experiências, partindo de situações-problema do cotidiano dos alunos.

Quase um ano depois de concluído o processo formativo, buscando compreender a importância do processo de formação, repetimos a mesma pergunta para os estagiários, por meio de questionário enviado via *WhatsApp*. Apenas sete estagiários responderam ao questionário. Das respostas que obtivemos, suas perspectivas, sustentadas em ações posteriores ao processo formativo, reforçavam algumas perspectivas anteriores, mas apontavam possibilidades de inserir as TDIC nas suas futuras práticas docentes. Eles compreendem que é importante o professor "conceber e pôr em prática situações e procedimentos para motivar e engajar os alunos nas aprendizagens" (BRASIL, 2018, p. 17). Os futuros professores veem o uso das tecnologias como ferramentas mediadoras do processo de ensino-aprendizagem, assim,

veem como possibilidade o uso de diferentes *softwares* educativos, proporcionando a investigação e a pesquisa:

> ***Bru**: A tecnologia no ensino da Matemática é muito importante, é um instrumento que auxilia no dia a dia do professor e traz aulas diferentes para sala de aula.*
> ***José**: Acredito que, com o auxílio das tecnologias digitais, as aulas se tornam mais dinâmicas e visuais para os alunos, tornando o aprendizado mais atrativo.*
> ***JPC**: As tecnologias são muito importantes para atrair o aluno, para ele vivenciar a Matemática de um modo diferente, para ele ver que a Matemática não é só aquela coisa de aula expositiva, na qual os alunos têm que reproduzir um modelo que o professor passa no quadro. Por exemplo, eu poderia utilizar o GeoGebra dentro de sala para mostrar para os alunos a ideia do gráfico ser infinito, para ele visualizar melhor que, em qualquer ponto que ele pegar do gráfico, ele vai obedecer à lei de formação da função.*
> ***Larissa**: As tecnologias digitais são muito importantes para o ensino da Matemática, visto que, possibilitam a melhor compreensão dos conteúdos e colocam o aluno constantemente em sua realidade, ou seja, essa era digital está presente no dia a dia dos alunos, e isso torna um forte aliado para o ensino da Matemática.*
> ***Linda**: Creio eu, que hoje em dia, as tecnologias são importantes para qualquer ensino, não somente para Matemática, pois os alunos de hoje estão envolvidos com a tecnologia. Então, para ensinar Matemática, acredito que o uso de tecnologia, além de envolver mais os alunos, pode proporcionar um ensino mas lúdico e concreto. O GeoGebra, por exemplo, ele pode fazer o aluno visualizar curvas de funções que ele nunca teria oportunidade de ver. Acredito que a tecnologia no ensino de qualquer conteúdo, pode, sim, trazer um envolvimento maior dos alunos com o conteúdo a ser ensinado, além de trazer aos alunos algo novo, porque eles estão habituados à metodologia tradicional de ensino. Na metodologia tradicional, o celular, por exemplo, é visto como algo proibido. A ideia é trazer o celular para a sala de aula e utilizar isso para o ensino.*
> ***Noemi**: Quando apresentamos uma proposta didática que envolve Tecnologias Digitais, os alunos ficam mais motivados, pois foge da rotina tradicional da sala de aula. Os alunos podem desenvolver interesse pela Matemática, quebrando aquele estigma que a Matemática é difícil. Ensinar Matemática, com auxílio de Tecnologias Digitais, favorece a aprendizagem do aluno, principalmente, quando o aluno assume o papel dele mesmo ir atrás de investigar e pesquisar o conteúdo.*
> ***Yoda**: As tecnologias vieram para revolucionar o mundo e isso está cada vez mais compreensível ao observar o nosso dia a dia, restando-nos apenas a opção de adequar-se a esta revolução. Para que isso ocorra, devemos conscientizar a população sobre estas e seus efeitos na sociedade, a meu ver, o meio mais rápido de alcançar estas pessoas é englobando estas mudanças ao âmbito escolar, assim fazendo um trabalho de "formiguinha", isto é: fazer com que os/as alunos(as) compreendam e repassem o que aprenderam para outras pessoas, sejam elas do seu âmbito familiar ou pessoas da comunidade. Muitas destas tecnologias atuais trazem facilidades para a vida cotidiana. Na área da Matemática, temos vários aplicativos e softwares que conseguem realizar comandos sozinhos, facilitando na hora de realizar cálculos, criar gráficos, montar planilhas, entre outros, como por exemplo, o GeoGebra, o Latex e o Excel.*

(Questionário 3)

Os futuros professores registraram as possibilidades de incorporar as tecnologias na sua prática futura, como ferramenta mediadora do processo de ensino-aprendizagem, tendo como finalidade conectar a aula de Matemática e as questões relacionadas ao cotidiano, fora da escola. Eles concebem que as TDIC possibilitam que os alunos trabalhem de forma independente, enquanto assumem o papel principal durante a aprendizagem, a partir da interação com as tecnologias.

É importante destacar a perspectiva de Salazar que, com base nas experiências passadas, se manifestou cético frente ao uso das TDIC em sala de aula. Essa perspectiva está baseada nas experiências da Educação Básica, nas quais ele não participou de atividades que envolvessem as tecnologias (Questionário 1). A cultura digital promovida pela escola não permitiu que o aluno pudesse ver as possibilidades de inserir as TDIC no processo educativo. Ele trazia uma visão pautada no modelo tradicional de ensino, em que o professor transmite o saber e o aluno o reproduz. Ponte (2000) afirma que entre professores encontramos aqueles que olham as TDIC com desconfiança e adiam o quanto podem o encontro com elas. Foi possível perceber que Salazar tinha essa atitude de desconfiança, apesar de ser usuário de diferentes recursos tecnológicos no seu cotidiano:

> ***Salazar**: Sou um pouco receoso quanto a isso. Mas tem sim grande importância, visto que hoje em dia se encontra muita informação matemática nas TDICs e os alunos buscam essas informações a todo momento.*
> (Questionário 1)

Durante as aulas de estágio, foram vários os momentos em que Salazar manifestou essa perspectiva de receio a respeito das TDIC no contexto escolar. Contudo, após o término da formação, ele apresentou uma perspectiva diferente, que mostra uma mudança na sua atitude de resistência ao uso das tecnologias, passando a vê-las como possibilidade de contribuir com o processo de ensino-aprendizagem:

> ***Salazar**: Na minha opinião, o "mundo" em si está se tornando tecnológico. Devemos então seguir essas mudanças. Os alunos se atraem pelo que é do cotidiano deles, então, se chegarmos em uma aula de Matemática em que dificilmente é explorado uma tecnologia, seja um software ou um aplicativo, dificilmente eles se sentirão motivados. Devemos saber fazer esse diálogo entre tecnologia e Matemática, para assim, tornar o processo de aprendizagem mais prazeroso, na parte dos alunos, e de ensino mais facilitador, na parte do professor.*
> (Entrevista)

Baseado nas experiências com o Estágio e ainda com as aprendizagens desenvolvidas no Curso de formação de professores, Salazar sinaliza uma mudança de perspectiva, agora motivada para atender às necessidades dos alunos, inseridos na cultura digital.

Os futuros professores expressaram suas perspectivas para as suas ações futuras, representaram suas intenções, expressas na forma de um panorama de possibilidades sobre como integrar as TDIC de modo proveitoso, tendo como expectativa promover dinamicidade, ludicidade, criatividade e qualidade no processo de ensinar e aprender Matemática. Além disso, suas perspectivas evidenciam "a importância do recurso a tecnologias digitais e aplicativos tanto para a investigação matemática como para dar continuidade ao desenvolvimento do pensamento computacional" (BRASIL, 2018, p. 528).

Os estagiários reforçaram a necessidade de atender à emergência das TDIC na sociedade e, portanto, possibilitar ao aluno a aprendizagem baseada em algo do seu cotidiano. Em suas perspectivas, direcionaram o olhar para o desafio de alinhar as atividades educativas com a realidade da cultura digital da sociedade, em que é posta aos professores a adoção de "novas sistemáticas de ensino provenientes de abordagens diferenciadas envolvendo o uso das tecnologias" (BRANCO; ADRIANO; ZANATTA, 2020, p. 329).

Nesse ambiente tecnológico, o professor precisa compreender o pensamento do estudante enquanto resolve os problemas para poder auxiliá-lo e, caso necessário, tem de aprofundar mais sobre o assunto para responder às questões que os alunos colocam e que não haviam pensado anteriormente (PONTE, 2000).

As TDIC podem promover mudanças na relação professor-aluno (PONTE, 2000), nesse caso, o professor deixa de ser o centro do processo, conhecedor do conteúdo a transmitir e passa a mediar as situações de ensino, criando possibilidades para que o aluno participe e desenvolva o seu conhecimento de forma autônoma (FREIRE, 2010; PONTE; OLIVEIRA; VARANDAS, 2003). "Deixa de ser a autoridade incontestada do saber para passar a ser, muitas vezes, aquele que menos sabe (o que está longe de constituir uma modificação menor do seu papel profissional)" (PONTE, 2000, p. 76). Professor e alunos são parceiros na aprendizagem, tanto o aluno aprende quanto ensina, assim como o professor, enquanto ensina, também aprende (FREIRE, 2010; PONTE, 2000). Assim, as TDIC potencializam mudanças tanto no papel do docente como no do aluno (PONTE; OLIVEIRA; VARANDAS, 2003).

É importante que o professor participe de processos formativos envolvendo o trabalho com TDIC para o contexto escolar, a fim de desenvolver suas habilidades com os recursos tecnológicos (RIBEIRO; PONTE, 2000). Na formação inicial ou continuada, as tecnologias podem contribuir para que os futuros professores mudem suas perspectivas acerca das funções

do docente e do aluno no ambiente escolar, desenvolvam conhecimentos sobre novas estratégias de ensino, sobre o trabalho em colaboração entre professores e alunos e a importância da mediação do professor durante os processos de interatividade e interação (BELLONI, 2002) com TDIC, no ambiente da sala de aula.

O trabalho educativo com as TDIC nos diferentes processos formativos nos cursos de graduação em Matemática pode contribuir para que o futuro docente vivencie novas práticas formativas com tecnologias e desenvolva confiança em utilizar tais recursos (PONTE; OLIVEIRA; VARANDAS, 2003), desenvolva fluência tecnológica (NATIONAL RESEARCH COUNCIL *apud* AMIEL; AMARAL, 2013), participe de projetos e ações que envolvam as TDIC para que conheça suas potencialidades teóricas, as perceba como instrumentos que auxiliam no pensamento do aluno e possibilitam a aprendizagem durante a interatividade. É importante que o futuro professor aprenda como incorporar as TDIC em sua prática pedagógica, de modo relevante, que promova formas produtivas de aprender e ensinar (BOTTI; VIEIRA, 2020; PONTE, 2000).

Como vimos, não basta ensinar o futuro professor a utilizar a tecnologia para que ele consiga inseri-la na sua prática futura, é importante que ele possa também refletir sobre como as tecnologias podem mudar sua prática e contribuir para produzir conhecimento em seus alunos, num ambiente investigativo e possibilitador de diálogo (BATISTA, 2017).

8.1.2 Perspectivas dos futuros professores sobre o trabalho com Robótica Educacional

Como em toda *inovação* educacional, o sucesso das atividades com robótica educacional depende de alguns fatores, como a filosofia educacional, currículo e ambiente de aprendizagem apropriados (ALIMISIS; KYNIGOS, 2009). O professor também tem um papel fundamental para o sucesso da implementação da robótica na escola (ALIMISIS, 2009). São vários fatores que dificultam aos professores realizarem esse trabalho, dentre os quais, a falta de conhecimento técnico. Além disso, segundo Kim *et al*. (2015), a maioria dos professores não reconhece os benefícios da robótica educacional, o que dificulta o interesse pelo trabalho com os robôs.

O trabalho com robótica educacional na formação inicial de professores pode fornecer esse conhecimento técnico, promover o interesse, o engajamento para aprender sobre esse recurso e, posteriormente, desenvolver um trabalho com robótica e contribuir para a prática pedagógica centrada no aluno (KIM *et al*., 2015). A implementação da robótica na sala de aula exige uma mudança conceitual na perspectiva do professor sobre aprender com TDIC, deixando

de lado a perspectiva de ensino instrucional, assistido por computador, para a perspectiva da aprendizagem com a tecnologia como mediadora do processo de ensino-aprendizagem (ALIMISIS; KYNIGOS, 2009).

8.1.2.1 Perspectivas iniciais dos futuros professores sobre a Robótica Educacional

Nessa subseção queremos compreender as **perspectivas** tecnológicas e educacionais sobre a utilização da robótica, sustentadas pelas ações anteriores ao processo formativo realizado com os futuros professores. As situações vivenciadas durante o processo de formação com a mediação da robótica para promover o ensino de Matemática abriram-se como possibilidades para que os estagiários refletissem sobre suas perspectivas, baseadas nas experiências anteriores ao processo formativo.

Ao perguntarmos aos estagiários sobre suas perspectivas anteriores ao projeto sobre a robótica educacional, obtivemos expectativas que revelavam sua disposição para se apropriarem dessa tecnologia, com vistas à sua utilização como recurso de mediação da aprendizagem:

> ***Anninha**: Aprender a gostar de Robótica e a desenvolver trabalhos educativos.*
> ***Bru**: Dominar mais a tecnologia.*
> ***José**: As várias aplicações do tema em sala.*
> ***JPC**: Maneiras diferentes de se trabalhar com a Matemática.*
> ***Larissa**: Conhecer sobre robótica e aprimorar meu modo de ensino.*
> ***Leka**: Pretendo adquirir mais conhecimentos sobre a robótica e aprender muitas outras formas de aplicar a Matemática, de forma que seja algo inovador e interessante para o aluno, pois o conhecimento que possuo, ainda é o básico.*
> ***Linda**: A aprender utilizar, de maneira coerente, os recursos digitais para lecionar.*
> ***Luana Júlia**: Espero aprender como montar e programar diversos robôs, sua importância e finalidade, para poder levar esse conhecimento para meus futuros alunos.*
> ***Neném**: Aprender mais uma ferramenta de aprendizagem para poder ensinar os alunos das escolas. Pois com isso, os alunos, em determinado período, podem utilizar desta tecnologia para aprender de outra forma, sem ser a borracha e lápis.*
> ***Noemi**: Aprender a ensinar de forma mais didática e lúdica.*
> ***Rogério**: Como ser um melhor profissional ao final do meu curso, sabendo trabalhar com tecnologias em sala de aula.*
> ***Salazar**: Saber a importância e aplicação da robótica no campo matemático.*
> ***Stephen Hawking**: Ter mais conhecimento de como podemos trabalhar robótica nas escolas.*
> ***Thiago**: Aprender sobre a própria robótica, por se tratar de um assunto totalmente novo para mim, será muito interessante, e revisar sobre programação, que não uso há alguns anos.*

> ***Yoda**: Aprimorar os conhecimentos, buscando ideias para quando for para o ambiente escolar.*
> (Questionário 1)

Essas respostas evidenciam curiosidade dos estagiários em aprender a nova tecnologia, compreensão de que ela é uma ferramenta que facilita o processo de ensino-aprendizagem da Matemática, e vontade de aprofundar os conhecimentos prévios sobre a robótica educacional para utilizar esse recurso na aula de Matemática. Eles têm a clareza de que a robótica educacional como mediadora permite criar um ambiente propício para o ensino e a aprendizagem de Matemática, e pode auxiliar o professor, contribuindo no processo de ensino-aprendizagem (ALIMISIS, 2009; ALIMISIS; KYNIGOS, 2009; BARBOSA, 2011, 2016; MATARIĆ, 2004).

Os futuros professores têm a intenção e a vontade de aprender a usar as TDIC de forma produtiva e que contribuam para o processo de ensino-aprendizagem matemática. Linda expressa em sua expectativa a capacidade de olhar adiante, de antecipação de seu futuro enquanto professora. Ela vislumbra aprender a integrar coerentemente as TDIC no ambiente escolar, o que nos direciona ao desafio de perceber formas produtivas para essa inserção, mas também formas viáveis de integrar as TDIC no processo educativo, principalmente, quando pensamos nos currículos atuais e nas condições que as escolas dispõem (PONTE, 2000).

Apesar do uso das TDIC "agregar mais qualidade à educação" (BRANCO; ADRIANO; ZANATTA, 2020, p. 334), muitas escolas públicas brasileiras ainda não as utilizam, pois têm muitos desafios a serem superados, principalmente relacionados à falta de infraestrutura, "à disponibilidade de equipamentos e recursos tecnológicos, além de formação inicial e continuada dos profissionais da educação capazes de contribuir para o advento de novas práticas metodológicas com base nas TDIC" (p. 331).

Noemi ressalta seu modo de visualizar a robótica como um artefato lúdico, característica inerente à robótica, pois essa "apresenta uma possibilidade de ensinar utilizando os recursos tecnológicos de forma lúdica" (LUCIANO, 2017, p. 108). A ludicidade pode levar o aluno a resolver uma tarefa sem aquela obrigação colocada pelo professor (LABEGALINI, 2007), mas movido pelo desafio de aprender a ferramenta e de descobrir coisas novas. Assim, ao utilizar essa tecnologia, o professor pode valer-se da ludicidade para despertar o interesse dos alunos para a aprendizagem (RODARTE, 2014; ACCIOLI, 2005) e, a partir da exploração do protótipo, possibilitar a aprendizagem matemática.

Inicialmente, a proposta do estágio provocou em alguns estagiários uma expectativa de estranhamento, um sentimento de medo inicial. Um estagiário revelou ter pensado em desistir

do estágio, pois de acordo com o seu ponto de vista, a robótica parecia algo difícil, causava medo de não conseguir aprender a programar os robôs e, sobretudo, de não conseguir dar aulas de Matemática com robótica:

> ***Anninha**: Eu assustei com esse tanto de peças. Falei: isso daqui não é para mim, não. Montar as coisas assim, não é para mim.* [...] *Eu pensei que ia ser complicadíssimo. Eu pensei ser mais complicado, bem mais complicado e foi tranquilo.*
> ***Luana Júlia**: Trouxe estranhamento, justamente essa parte de igual agora, a parte de ter que ensinar. De ter que dar aula para os meninos. Então, isso a gente já sabia disso desde o começo, né? Dá um pouquinho de medo, porque era uma coisa que eu não tinha contato, não conhecia. Então, teria que aprender tudo, muito bem apreendido, para poder passar para os alunos. Então, foi um pouco estranho mesmo, um pouco diferente.*
> ***Neném**: Eu achei interessante. Medo a gente tem, né? Eu nunca tinha visto assim, a robótica, sim, mas dar aula com ela é a primeira vez que tinha visto. É uma coisa diferente, né? Falar como que eu vou dar aula, assim, o que eu vou fazer para relacionar a matemática com a robótica. O que tem a ver, né? Porque eu nunca tinha visto.*
> ***Salazar**: Eu fui atrás para saber, se eu trancasse o estágio, ia atrasar um ano do meu curso.* [...] *Até o meio do primeiro semestre, eu odiava a robótica. Eu odiava vir aqui para mexer com um negócio que eu não sabia, nunca tive noção. Eu até, por diversas vezes, falei com os meninos: não, a gente está fazendo um estágio de uma Engenharia Mecânica. Por que a gente está fazendo o Estágio 1?*
> (Entrevistas)

Amparado em seus anseios e medos iniciais, Salazar elaborou expectativas negativas sobre a robótica, que lhe dificultaram perceber como os robôs podem contribuir para o processo educativo. As suas perspectivas anteriores faziam com que ele se posicionasse negativamente em relação ao uso da robótica no ensino de Matemática. Essas atitudes de ansiedade e desconfiança também foram observadas em outros estagiários durante as primeiras aulas da fase de *Experimentação*.

Os demais estagiários enxergaram a robótica de outra forma. Eles se sentiram entusiasmados e desafiados às novas aprendizagens:

> ***José**: Fui aprender quase que do zero, aqui. Porque, como a programação dele é muito autoexplicativa, então, acaba que não é tão difícil. Algumas programações, algumas linhas assim, dificulta alguma coisa, mas o resto vai fazendo, é só seguir o fluxo e vai embora.*
> ***Larissa**: Não, eu gosto de conhecer coisas novas, né? Então, assim, às vezes, quando a gente aprende a aplicar a Matemática de uma outra forma, a gente consegue passar melhor o conteúdo. E os alunos tiram aquela coisa da cabeça de que Matemática é ruim e não consegue aprender Matemática. Então, tudo que é novo na forma de ensinar a Matemática, eu estou aproveitando.*
> ***Thiago**: Não. Na verdade, na primeira aula sim, porque como eu nunca tinha visto, era uma coisa totalmente desconhecida.* [...] *Mas, depois, com o tempo*

> *que eu vi que não era isso tudo, que era bem tranquilo de mexer, é só esforçar um pouco que dá certo.*
> (Entrevistas)

Os estagiários se dividiam em três grupos: um, que já conhecia robótica, não tinha nenhuma resistência ao projeto; um grupo cético, que não acreditava nas possibilidades de ensinar Matemática a partir da robótica; e o outro, que não conhecia ou conhecia muito pouco, mas estava curioso para aprender a robótica e suas contribuições para a educação.

8.1.2.2 Movimento nas perspectivas dos futuros professores sobre Robótica Educacional

Queremos discutir os aspectos do processo formativo que fizeram com que os estagiários mudassem suas perspectivas com relação à robótica educacional. Como vimos, para alguns principiantes, os primeiros passos de interatividade (BELLONI, 2002) com a robótica promoveram um certo medo inicial. Os medos e estranhamentos provocaram movimentos, alterações em suas expectativas, os incentivaram na busca pela aprendizagem, apoiados na parceria e colaboração dos colegas. Apresentamos alguns relatos, evidenciando as aprendizagens dos estagiários e algumas das dificuldades com a linguagem de programação:

> ***Anninha**: A programação, a gente faz, acha bom porque o bichinho mexe. Mas eu prefiro mais a Matemática para poder fazer a programação.* [...] *O que mais me chamou a atenção foi fazer vários robôs, encarar a minha aversão por montar e programar. A programação foi mais difícil, porque as peças, vem a montagem e é só seguir.*
> ***Larissa**: A primeira montagem foi fácil, já na programação eu tive um pouco de dificuldade.* [...] *Eu não estou esperta nisso, eu não estou sabendo tudo, mas o básico eu sei.* [...] *O básico eu consegui aprender. Eu consegui montar, eu consegui programar os sensores, programar normal sem sensores. Acaba que, aos poucos, a gente vai aperfeiçoando.*
> ***Luana Júlia**: Foi tudo novo mesmo. Ah, a parte de quando a gente consegue achar a Robótica e a Matemática juntas é a mais interessante, né? É a que mais marca. Perceber os dois juntos, né, porque um não trabalha sem o outro. Então, você perceber o que que tem de Matemática aqui, o que que tem de robótica aqui.*
> ***Neném**: No Estágio eu tive mais tempo de aprender a programação, essas coisas que eu nunca tinha mexido, né? Montar, em si, é uma parte bem mais tranquila, agora a programação já é uma coisa mais complexa de fazer.*
> ***Thiago**: Eu tive dificuldade no sensor de linha, achei ele um pouco complicado, o modo de programar. Mas, o resto eu achei bem tranquilo. Eu não posso dizer que eu domino 100%, porque eu não domino, mas eu sei. Se eu pegar um robô e eu sei fazer ele andar, isso aí, eu sei.*
> (Entrevistas)

À medida que os estagiários foram percebendo que conseguiam aprender aquela tecnologia, ocorria um movimento na sua perspectiva. É possível perceber a mudança de perspectiva, estagiários que antes estavam com medo ou tinham até "*aversão"* à robótica educacional, começaram a entender como utilizá-la, enquanto tecnologia, e começaram a perceber suas potencialidades, enquanto ferramenta educacional. Suas expectativas durante o processo tomaram uma direção diferente da inicial. O ceticismo e a dificuldade inicial de aprendizagem foram superados gradativamente, conforme os futuros professores foram se familiarizando com o ambiente da robótica.

Salazar permitiu-se envolver no processo formativo para aprender sobre a tecnologia, bem como sobre seu potencial para o ensino. Ele enfatiza sua mudança de ponto de vista, pois percebe a robótica como uma forma de justificar ao aluno a aplicação da Matemática. A partir do momento que os estagiários percebem que é possível estabelecer relações entre conteúdos matemáticos e a robótica, eles começam a mudar suas perspectivas:

> ***Salazar****: A partir do momento que a gente começou a ler o livro do Papert e viu que aquilo poderia mesmo ser... eu acho que o meu problema foi não enxergar a aplicação daquilo. A partir do momento que eu vi que aquilo poderia ser aplicado... A partir do momento que eu vi que poderia ser aplicado para ensinar Matemática, que é uma coisa que eu gosto, aí eu passei a gostar. Ou seja, o que eu mais gostei foi a Matemática, do meio para o final, a Robótica. E foi o que eu menos gostei lá no começo, porque eu não via aplicação nenhuma daquilo. Eu acho que dá para encaixar certinho a Matemática com Robótica. Agora eu sei que tem aplicação. Foi o que eu mais gostei, foi descobrir essa aplicação. Era falta de conhecimento, agora eu vejo que é um bom projeto, tem a Matemática, que eu não conseguia enxergar quando eu fiquei sabendo que a gente ia mexer com isso. E os alunos gostam.* (Entrevista)

Voltando à perspectiva de Larrosa (2002a), o sujeito da *experiência* é aquele que se arrisca na travessia e corre perigos nesse percurso. Aos que se permitirem viver a *experiência* estarão abertos à sua própria transformação. Salazar se permitiu ser transformado, correr os riscos a partir da percepção das aplicações da robótica educacional. Ele fez uma reflexão importante sobre o ambiente dialógico entre a teoria e a prática, promovido durante a formação. A associação entre a teoria, discutida durante vários momentos em sala de aula, e a prática, durante as aulas de robótica, proporcionou-lhe novas perspectivas a respeito da robótica e da prática com a robótica.

Para os estagiários que já haviam trabalhado com robótica educacional, utilizando os *kits LEGO*®, o processo de interatividade com a robótica educacional foi o momento de aprofundar e desenvolver novos conhecimentos, novas habilidades e estratégias para utilizar a

robótica educacional no processo de ensino-aprendizagem de Matemática. Eles foram aprofundando os conhecimentos, apoiados nas experiências coletivas do grupo. Destacamos alguns relatos sobre a aprendizagem aprofundada e amparada na colaboração:

> ***Bru****: Mesmo eu já sabendo, esse primeiro semestre foi importante para a gente familiarizar melhor com o kit. Para ter uma segurança maior.*
> ***Leka****: Assim, como eu já conhecia né, foi bem fácil, tanto que eu auxiliei alguns estagiários que estavam com dificuldades. E assim, foi bom também, porque eu aprendi muita coisa, aprendi coisas que eu não sabia. Então, esse tempo foi bastante importante para aprender coisas novas.*
> ***Stephen Hawking****: Se você parar para pensar, tem sempre alguma coisa para se aprender. Você nunca vai parar de aprender alguma coisa com a robótica, sempre está aprendendo. E nessas atividades do estágio, eu reparei o seguinte, no meu grupo, como eu já tinha noção de robótica, eu já trabalhei antes, os outros dois integrantes não tinham contato com robótica antes, então, eu meio que me pus no papel de: "eu vou ensiná-los a parte básica da robótica, para eles meio que se motivarem e seguir em frente". Isso aí me ajudou porque, depois que eu fiz isso aí e tal, na hora que a gente foi pôr a questão da aula em prática, né, da robótica, eu vi que eles conseguiram entender aquela coisa que eu estava tentando passar para eles antes.*
> ***Yoda****: No estágio eu aprendi os conceitos por trás da robótica.*
> (Entrevistas)

Os futuros professores argumentaram sobre a importância de desenvolver novos conhecimentos com a tecnologia e de poder auxiliar os colegas no processo de aprendizagem. O protagonismo e o envolvimento dos estagiários durante o processo de construção e programação também possibilitam a realização de atividades diversas. As suas considerações evidenciam que a aprendizagem é um processo contínuo e com a tecnologia não é diferente.

Os estagiários experimentaram emoções semelhantes às que os alunos vivenciaram posteriormente. Tiveram medos, divertiram-se com o novo, com a descoberta motivada pela curiosidade. Esse movimento foi importante para que os futuros professores pudessem perceber as potencialidades da robótica educacional pois, a partir dessa experiência na disciplina, eles refletiram sobre a prática futura em sala de aula com alguma tecnologia:

> ***José****: Fazer os robôs, montar eles. Aquela parte ali, o montar, é divertido. Eu gosto de brincar com LEGO, fazer umas coisinhas. Acaba que vira uma brincadeira, então, é bem legal. A construção em si. A parte da programação, até que ela é divertida, mas não tanto quanto a montagem. Porque na montagem você pode fazer alguma coisinha diferente, outra aqui, outra ali, fazer um trem mais legalzinho. Igual nós batalhamos lá, né? Ficou bem divertido.*
> ***Larissa****: O que eu sempre lembro é da primeira vez que eu vi o robozinho andando. A emoção de ver ele andar. Eu gostei! Mas a emoção de construir e de conseguir programar, e a gente conseguir programar o robô para fazer uma coisa e o robô fazer aquela coisa que a gente programou, acho que foi muito gratificante.*

> ***Luana Júlia**: A robótica é muito interessante. Quando você entra em contato com ela, é muito difícil você não gostar. Mas a robótica, sem dúvida, é uma coisa que a gente tem que levar para a vida inteira, acho que ela é muito importante, muito interessante.*
> (Entrevistas)

Os participantes falam das *experiências* (LARROSA, 2002a) com esse processo formativo, algo que lhes aconteceu, que lhes tocou. Essa experiência será algo inesquecível, que vão levar para suas novas experiências profissionais e pessoais. Mas a experiência só foi possível, pois

> o sujeito da experiência se define não por sua atividade, mas por sua passividade, por sua receptividade, por sua disponibilidade, por sua abertura. Trata-se, porém, de uma passividade anterior à oposição entre ativo e passivo, de uma passividade feita de paixão, de padecimento, de paciência, de atenção, como uma receptividade primeira, como uma disponibilidade fundamental, como uma abertura essencial. (LARROSA, 2002a, p. 24)

Nos dizeres do autor, a receptividade e a disponibilidade proporcionaram a abertura para aprendizagens, colaborações, interações e oportunizaram que eles se envolvessem e deixassem ser tocados e transformados pela *experiência*. Noemi fez uma comparação entre os dois projetos com robótica que ela participou na universidade e observou como as propostas diferiam pela abordagem, pelo público participante e pelas aprendizagens que promoveram. Ainda que os dois projetos tenham utilizado a mesma tecnologia, sua fala evidencia que existe liberdade de ação. Estimulada pela criatividade do professor, a robótica possibilita diferentes formas de ressignificar o processo de ensino-aprendizagem da Matemática:

> ***Noemi**: No Estágio, a gente teve uma abordagem diferente do que no PIBID, né? É interessante você ver isso. Você tem a robótica educacional, que você já aplicou ela, tem os kits da LEGO, que são os mesmos kits, só que você está aplicando ela com uma proposta diferente.* (Entrevista)

JPC também percebeu, a partir das leituras, palestras e do projeto ROBOMAT, as diferentes abordagens possíveis para se trabalhar com robótica. Os objetivos e temáticas traçadas farão a diferença durante a condução do trabalho com os recursos tecnológicos:

> ***JPC**: Eu gostei de ver as abordagens, que eu não pensava no tanto de abordagem diferente e em como isso afeta os alunos, o modo que você coloca as coisas. É daquelas questões de como fazer um desafio com os alunos, como preparar uma gincana?*
> (Entrevista)

Nesse caso, a abordagem utilizada permite que os alunos construam sua própria aprendizagem a partir dos recursos tecnológicos. A aprendizagem ocorre por meio das suas ações, do seu fazer. Assim, com a robótica o aluno elabora hipóteses, constrói e desconstrói concepções sobre o que lhe é interessante e prazeroso (LUCIANO, 2017).

A robótica no contexto escolar "pode ser desenvolvida como um trabalho dentro de uma disciplina ou na forma de projetos. As duas formas demandam o planejamento em que o professor define os objetivos, as temáticas e os conteúdos a serem trabalhados" (STROEYMEYTE, 2015, p. 73). O professor tem que saber conciliar os conteúdos da disciplina escolar, de acordo com o currículo escolar e os conteúdos específicos da robótica. Na forma de projetos, os próprios alunos podem escolher a temática que desejam investigar. O professor deve estabelecer a relação entre os conceitos específicos da robótica, os conteúdos do currículo escolar e a temática escolhida (STROEYMEYTE, 2015).

Para a maioria dos estagiários, a experiência durante o processo formativo contribuiu para a mudança de suas perspectivas a respeito da robótica educacional e suas potencialidades. A experiência prática influenciou significativamente essas alterações de perspectivas, pois suas reflexões evidenciam uma significativa transformação de atitude quanto à robótica educacional e mostraram uma melhor abertura para o trabalho com TDIC no contexto escolar. Possibilitaram, ainda, uma aproximação dos futuros professores com uma abordagem exploratória, em que desenvolveram conhecimentos relativos aos conteúdos específicos da robótica, como a construção de robôs; a geometria *LEGO*®; o uso de engrenagens; o funcionamento e programação dos motores; a programação dos sensores; e a programação com dois *Bricks*. Desenvolveram conhecimentos relativos a tarefas com investigações matemáticas, envolvendo vários conceitos matemáticos, que conduziram a um processo de modelagem matemática.

As perspectivas dos futuros professores revelam o interesse pela robótica como uma forma de se apropriarem de atividades e abordagens que saiam do ensino tradicional, da memorização e da repetição. A reflexão sobre o ambiente de ensino-aprendizagem, oportunizado com a robótica, foi um fator de mudança de perspectiva (RIBEIRO; PONTE, 2000).

8.1.3 Movimento nas perspectivas dos futuros professores sobre a prática docente e o estudo de aula

Refletir sobre o desenvolvimento profissional docente nos remete novamente ao movimento, às mudanças dos professores ao longo de suas carreiras, a partir de suas experiências diversas e participação de variados processos formativos. Esse processo de mudança é complexo, pois envolve vários elementos, muitos deles relacionados a aspectos subjetivos do indivíduo (FIORENTINI; CRECCI, 2013; RIBEIRO; PONTE, 2000; QUARESMA, 2018). A formação inicial é o momento de possibilitar ao aspirante a professor ir se constituindo historicamente, é o momento de *aprender a ensinar* ou de *aprender a profissão docente*.

Os futuros docentes conduziram as aulas na perspectiva do ensino *inovador*, colocando os alunos no centro do processo. No cotidiano das aulas de investigação, os estagiários foram conhecendo os alunos, seus gostos, interesses, dificuldades e como desenvolvem suas aprendizagens, portanto, desenvolveram conhecimento relativo ao pensamento matemático e computacional dos alunos e o modo como aprendem Matemática e robótica educacional. Esse conhecimento foi se construindo à medida que desenvolviam segurança e confiança em si mesmos para interagir com os alunos, responder suas dúvidas e auxiliar na aprendizagem. As análises e reflexões realizadas colaborativamente durante as sessões de reflexão contribuíram nesse aspecto.

Na disciplina foram realizadas diferentes atividades ao longo do ano letivo. Perguntamos aos estagiários quais foram os conhecimentos profissionais desenvolvidos ao longo do processo de formação. Os estagiários reforçaram o aperfeiçoamento de aspectos do **conhecimento didático**. Eles falaram sobre as aprendizagens relacionadas ao planejamento de aulas, à elaboração do plano de aula e à condução das aulas. Para eles, as questões relacionadas ao campo da Didática da Matemática discutidas durante as sessões de reflexão do estudo de aula foram importantes para sua formação, pois os fizeram refletir sobre a prática educativa realizada. Eles tiraram proveito de cada etapa do estudo de aula. Apresentamos alguns excertos que exemplificam essas afirmações:

> ***Noemi**: A gente ficou mais próximo de planejar uma aula, de poder conduzir essa aula. A gente ficou mais preparado. Quando a gente entrar numa sala de aula, a gente não vai sentir tanto medo. Lógico que você vai sentir um nervosinho, assim, mas você não vai entrar com medo.*
> ***Rogério**: O que eu aprendi foi o planejamento de aula em si, foi muito bom. De você ter que elaborar um plano de aula diferente, já é uma experiência*

> *legal. É um 'trem' que você pega determinado assunto, talvez não seja robótica, pode ser qualquer coisa, qualquer ideia, já tem um 'trem' para conseguir colocar Matemática em qualquer coisa, sabe? Esse 'trem' de melhorar o planejamento de aula, treinar o planejamento de aula e de observar diferentes pessoas dando aula, também é importante, eu acho. Você vê o que é bom, o que é ruim, você vê coisas que você faz, vê outras pessoas fazendo. Eu acho que é isso, tipo, esse estudo de aula, eu achei muito legal. O estudo de aula em si, de observar a aula das pessoas, né? Você conseguir filtrar, ver o que é bom e o que é ruim e trazer para você mesmo, e aprender sobre os alunos.*
> ***Salazar**: Eu aprendi que o que a gente planeja não é o que acontece. Nossa, isso deu dor de cabeça, meu Deus!*
> (Entrevistas)

Rogério fez uma reflexão importante sobre sua perspectiva a respeito do estudo de aula (PONTE *et al.*, 2015; PONTE *et al*., 2016; QUARESMA, 2018; QUARESMA; PONTE, 2017) e suas contribuições para que ele mudasse sua compreensão sobre o planejamento, sobre a condução das aulas e sobre os alunos. Salazar evidenciou que o professor precisa estar preparado para mudar seu planejamento, de acordo com os imprevistos que podem ocorrer na sala de aula, que exigirão dele a tomada de decisão.

Os futuros professores perceberam suas aprendizagens sobre o *aprender a ser professor*. Para alguns estagiários, essa foi a primeira experiência enquanto docentes, na condução de uma aula. As reflexões de Anninha, José e Noemi nos possibilitam compreender suas mudanças de perspectivas:

> ***Anninha**: Ensinar, já estava em mim desde pequena, mas com o estágio, parece que o ensinar que eu tinha, que era muito metódico: é assim, assim, assado... mudou muito. Porque eu não podia dar a resposta para os meninos, mas eu podia abrir a mente deles para eles verem a resposta, sem eu estar falando diretamente. Então, fazer uma conexão com os alunos, de forma que eu não falo diretamente o que é para fazer e que eles comecem a pensar. Isso eu aprendi no estágio.*
> ***José**: Muito foi aprender* [...] *a dar aula, vamos dizer assim. Eu nunca tive muita dificuldade em apresentar, mas o problema mais era dar uma aula. Foi uma aula mais lúdica.*
> ***Noemi**: E outro aspecto positivo do Estágio é a nossa segurança para entrar em sala de aula, porque a gente aqui já vai se moldando como professor. Por exemplo, um erro que eu sei que eu tenho, é o meu posicionamento em sala de aula. Eu acho que eu deveria ser um pouco mais séria, porque quando eu dou aula, eu fico pulando, eu fico mexendo muito com os braços, eu falo um pouco rápido. Aí, esse tipo de coisa já foi apontado para mim.*
> (Entrevistas)

A ação formativa possibilitou que Anninha refletisse sobre sua mudança a respeito de *ser professor*, "*parece que o ensinar que eu tinha* [...] *mudou muito"*. Segundo Ponte (2003), a concepção de ser professor para alguns corresponde à abordagem tradicional de ensino, o

professor ensina, mas não implica na aprendizagem dos alunos, o que quer dizer que ensinar e aprender são processos separados. Numa concepção oposta, quando não há aprendizagem dos alunos, significa que não houve ensino, assim, ensinar e aprender correspondem a um único processo. Neste sentido, ensinar não é transferir conhecimento (FREIRE, 2010; PONTE, 2013). Nessa concepção, o professor ocupa lugar central no processo, pois cabe a ele criar condições para que todos alunos aprendam.

Na estratégia de ensino adotada tanto para as aulas com os futuros professores quanto com os alunos, de forma explícita, sobressaiu a atividade dos futuros docentes e a atividade dos alunos (PONTE, 2005b). Anninha reconhece que a abordagem exploratória vai muito além da abordagem tradicional e privilegia a mediação do professor, a comunicação e o trabalho do aluno na construção de sua aprendizagem.

José reforça o "*aprender* [...] *a dar aula*", evidenciando que o desenvolvimento profissional docente é um processo que precisa ser aprendido. É preciso envolvimento, empenho e compromisso do professor para o desenvolvimento profissional contínuo (DAY, 2001). Noemi compara o processo de aprender a ensinar, aprender a ser professora, ao processo de moldar. Essa analogia nos remete a modelar o barro ou a argila. Mas aprender a ser professor não é isso? Cada dia acertamos a forma, adaptamos o molde, aprendemos uma estratégia para ensinar, ajustamos os detalhes, corrigimos e reformulamos conceitos e perspectivas. Para Noemi, nós vamos nos moldando. Por outro lado, a formação, a prática, nossas experiências como profissionais e enquanto pessoas inseridas numa cultura, também nos moldam. O ser professor vai-se moldando a partir das relações interpessoais e profissionais e das reflexões críticas que faz sobre a realidade, para transformá-la (FREIRE, 2010).

A revelação de Larissa e a fala de Linda pontuam reflexões importantes dessas futuras professoras quanto à participação nesse processo formativo ter sido impactante para que elas mudassem suas perspectivas sobre a ação docente:

> ***Larissa**: A gente ser um professor que consegue passar o conteúdo, que a gente leva uma coisa dinâmica a mais, a gente pode levar outros tipos de conhecimentos que levam ao conteúdo que a gente quer ensinar. Então, acho assim, a forma de ser professor aqui é a forma que eu gostaria de ser professora, que eu vou levar daqui para frente.*
> ***Linda**: Uma coisa do Estágio que eu quero levar para mim é que eu vou procurar sempre ter uma aula, tipo, nem se for, tipo, uma vez no ano, se eu vou dar uma aula integral numa turma, fazer alguma coisa diferente. Quero levar material diferente.*
> (Entrevistas)

Larissa faz uma projeção muito reveladora para sua futura atuação profissional: "*a forma de ser professor aqui é a forma que eu gostaria de ser professora, que eu vou levar daqui para frente"*. Esses excertos evidenciam que as futuras professoras valorizaram essa nova forma de ensinar, que prioriza a criatividade e o protagonismo dos alunos nas atividades. A esse respeito, Resnick (2007) argumenta que as TDIC tem papel fundamental, uma vez que o próprio paradigma da evolução das tecnologias acelera o ritmo de mudanças na sociedade e impulsiona as pessoas a pensarem criativamente em vários aspectos de suas vidas. Por outro lado, se elas forem usadas de forma correta, podem ajudar as pessoas a se desenvolverem como pensadores criativos. Compreendemos que a robótica educacional, com sua linguagem de programação trabalhada no contexto das tarefas investigativas e exploratórias de Matemática, contribuiu para que os estagiários e alunos organizassem seu pensamento e desenvolvessem sua criatividade durante o processo de aprendizagem.

A relação entre os futuros professores e os alunos foi potencilizada na interação entre eles e na interatividade, possibilitada pela tecnologia. O estudo de aula (PONTE *et al.*, 2015; PONTE *et al*., 2016; QUARESMA, 2018; QUARESMA; PONTE, 2017) proporcionou que os estagiários estivessem atentos ao aluno, ao seu pensamento, à sua aprendizagem. A fala de Bru nos revela a importância dos aspectos afetivos para o processo de aprendizagem:

> ***Bru****: Aqui no estágio, a gente teve a oportunidade de poder ir nas cadeiras, de poder explicar individualmente, de poder saber a dificuldade de cada aluno. Porque às vezes a dificuldade que o aluno tem é mais importante do que o conteúdo que você tem que cumprir. Não adianta eu seguir meu conteúdo se o conteúdo anterior, o aluno não entendeu. Aquilo para o aluno vai ser um acúmulo de conteúdos que ele não sabe por que, se ele não sabe o primeiro, ele não vai saber o segundo.*
> (Entrevista)

Durante as aulas de investigação, os estagiários conduziram o ensino centrado no aluno, desenvolveram conhecimentos sobre os conhecimentos prévios dos alunos e suas principais dificuldades. Perceberam que em determinadas ocasiões, o professor precisa retomar os conceitos nos quais os alunos apresentam *déficit* de aprendizagem:

> ***Neném***: *E, principalmente, os alunos não vão ter a base para você ensinar determinada matéria, tem que saber o que eles vão precisar: saber uma tabuada, alguma coisa assim, e que a galera não sabe. Aí você vai ter que dar uma parada um pouco e dar uma base porque senão a galera não vai saber. A sua aula não vai fluir, né? Vai ficar você falando e a galera sem comunicar, sem participar das aulas.*
> ***Salazar****: Em relação aos alunos, é entender que eles não sabem tudo, porque assim, eu falei que eu fui monitor no Ensino Médio. Ou seja, eu fui um monitor bom porque quem levava a sério, conseguia nota, mas quem estava com*

> *dúvidas, não gostava da minha monitoria. E eu vim ver esse ponto negativo agora. Porque assim, igual aos alunos ali, eu não poderia desenvolver meu plano de aula, minha sequência didática seca, pois eles não sabiam a matéria, eles não sabiam o básico da Matemática. Então, o estágio me mostrou que eu não posso partir do pressuposto que todos os alunos caminham igual na compreensão do conteúdo e que eu tenho que ver que, cada caso é um caso, e não generalizar, igual eu fazia.*
> (Entrevistas)

Esses enunciados revelam a importância dos estagiários terem tido contato direto com os alunos, quando compreenderam que o professor precisa ficar atento ao desenvolvimento de cada aluno para contribuir no seu processo de aprendizagem. Salazar entendeu que cada aluno é diferente do outro, portanto, se desenvolve de forma distinta, pois a aprendizagem é individual, é particular de cada aluno. Essa compreensão mudou suas perspectivas anteriores ao Estágio.

As reflexões de Leka, Neném e Stephen Hawking evidenciam que os estagiários se sentiram mais confiantes e seguros na relação professor-aluno durante as aulas e tiraram lições importantes para suas futuras ações:

> ***Anninha**: E o respeito mútuo que teve da minha pessoa com a deles e a deles comigo.*
> ***Leka**: Ah, eu acho assim, que tudo foi importante. De cada parte, eu aprendi um pouco. Mas a questão mesmo, de aprender a lidar com os alunos, porque eu tinha muito medo, assim, no caso, eu achava que eu não tinha autoridade para falar, que os alunos não iriam me respeitar. E aqui já foi bem diferente, eu aprendi a lidar com isso, quando um falava mais alto comigo, eu já tentava resolver aquele problema. E assim, eu acho que foi bem importante isso, eu aprendi a ficar mais segura na prática, na hora de dar aula.*
> ***Neném**: No Estágio, em si, foi o respeito com os alunos, o jogo de cintura que tem que ter quando vai dar aula. Quando você vai dar uma aula, você sempre ter mais coisas a ser falada, e nunca chegar lá e acabar a matéria em si, e não ter nada mais para falar, não ter mais conteúdo.*
> ***Stephen Hawking**: O que é marcante, eu acho que é esse contato primeiro com a primeira turma, né? Tipo, parece que a primeira impressão é a que fica. Então, eu acho que essa é a experiência que eu vou levar, porque tipo, se você chegar sendo aquele cara bravo demais, com a cara fechada, brigando com todo mundo e tal, não é mais um jeito muito legal de se comandar a turma no começo, né? Então, tentar fazer amizade com todo mundo, foi a maior experiência que eu acho que vou levar para a frente, tanto na minha carreira profissional, quanto no pessoal.*
> (Entrevistas)

Os futuros docentes estabeleceram uma relação de respeito mútuo e confiança com os alunos. Andrade (2013, p. 316), reforça que "a docência é uma profissão em que a relação com o outro é fundamental. A questão da confiança e do respeito, principalmente, precisa ser fortemente considerada". Ainda nesse mesmo aspecto, Rogério apresentou sua perspectiva

sobre como o estudo de aula contribuiu em sua formação para se tornar um professor melhor:

> ***Rogério**: O que mais me marcou foi a interação com os alunos, em si, sabe? A gente acaba gostando, se divertindo junto com o aluno. Foi bom! Você passa a gostar de interagir com os alunos mesmo, de uma maneira mais descontraída, sabe? Na minha aula, inclusive, um aluno chegou com uma dúvida para mim e ele não entendia, não entendia, não entendia. Aí eu desenhei tudinho, o triângulo, aí ele entendeu. Foi uma coisa que me marcou, sabe? Ah, legal interagir com eles de uma forma mais dinâmica, sabe? Talvez, se eu estivesse escrevendo no quadro, ele não entenderia.*
> (Entrevistas)

A consideração de Rogério revela que a interação professor-aluno foi enriquecedora. O entrosamento entre os atores, centrado no diálogo, na individualização do ensino, aluno por aluno, no compartilhamento de conhecimentos, no respeito e confiança, possibilitou a mediação dos futuros docentes e que os alunos aprendessem por seu esforço e colaboração dos pares, atuando como protagonistas do processo. Assim, os estagiários desenvolveram uma cultura que favoreceu a aprendizagem dos alunos durante as aulas de investigação (PONTE, 2012).

A relação entre os futuros professores e os alunos foi sendo construída ao longo do curso de robótica, a partir do diálogo, da confiança e do incentivo para que os estudantes se aprofundassem no processo investigativo. Assim, nessa mediação entre conhecimento e aluno, os futuros professores foram conhecendo os interesses e gostos dos alunos, a melhor forma de auxiliá-los nas dúvidas e na mediação para a aprendizagem. Eles foram conhecendo esses alunos enquanto pessoas inseridas num contexto social, no qual valores como respeito mútuo, gratidão, humildade foram intensamente valorizados.

Nessa relação professor-aluno, os estagiários ressaltaram a importância de ter um aluno da educação especial na turma. Com a presença desse aluno nas aulas de investigação, os estagiários foram levados a revisitar suas perspectivas acerca do que eles consideram sobre a diversidade e revelaram que, conhecê-la, possibilitou que eles aprendessem com ela. O futuro docente precisa se preparar para a realidade e os desafios diários da profissão. Assim, é preciso que ele esteja capacitado para "uma realidade emergente que pulsa uma crescente evolução do pensamento e da consciência humana, com foco na solidariedade, amorosidade, fraternidade e o respeito às diferenças" (SANTOS; TORRES; BEHRENS, 2020, p. 38). Alguns estagiários manifestaram-se voluntariamente sobre a interação com o aluno:

> ***JPC**: Eu gostei de ver como você, utilizando esses conteúdos de robótica, essas gincanas, quebra algumas barreiras, como a da inclusão. Porque a gente teve o aluno com autismo, ele trabalhava ali no meio de todo mundo, como os outros ali. Ele trabalhava normalmente. Que talvez, se não tivesse essa coisa, se fosse uma sala de aula normal, todo mundo enfileirado, ele não*

> *teria o desempenho que ele teve aqui. Ele aprendeu tanto quanto os outros, com certeza. Ele desenvolveu as tarefas até melhor do que a maioria dos alunos.*
> ***Neném**: E ver que tem, por exemplo, aquele rapaz que tinha uma... um transtorno, né? Você vê que a gente não pode julgar ninguém. Talvez, o pessoal tem muito preconceito e muita dó, mas o rapaz é uma pessoa igual a gente, né? Para você ver, ele ganhou dos meninos aí, que chamamos de 'normais'.*
> ***Yoda:** Ter trabalhado com uma criança da educação especial também, para mim, foi a primeira vez, então, é diferente. É uma coisa bem diferente. Então, eu passava para ver se realmente estava dando certo, mas na hora do tiro ao alvo, que eu vi realmente a emoção dele, torcendo, enquanto os outros alunos não estavam demonstrando tanto interesse pela dinâmica.*
> (Entrevistas)

Essas reflexões sobre a experiência com o aluno da educação especial pontuam considerações sobre suas aprendizagens de cunho profissional, mas, principalmente, de cunho pessoal, de mudança de perspectiva, importante para a vida desses futuros professores. Os relatos são pautados no respeito pela diferença e diversidade existentes na sala de aula. Os futuros professores precisam desenvolver competências para atuar com alunos com necessidades educativas especiais, para realizar uma educação inclusiva. A partir das atividades desenvolvidas no ROBOMAT, os futuros professores perceberam que a robótica educacional pode contribuir no processo de inclusão de alunos com necessidades educativas especiais e fornecer a motivação para a aprendizagem.

Na literatura encontramos poucos estudos envolvendo o trabalho com robótica educacional no ensino de alunos com necessidades especiais. Segundo Marcão (2017), a robótica educacional pode contribuir para a inclusão dos alunos com necessidades educativas especiais, pois "uma atividade com RE direcionada para as dificuldades dos alunos, pôde motivá-los para a aprendizagem, o trabalho colaborativo, a aceitação do erro e permitiu melhorar a sua autoestima" (p. 3). Para a pesquisadora, a robótica educacional pode contribuir para o envolvimento e aumento da autoestima desses alunos.

Os alunos com necessidades educacionais especiais[82] estão presentes nos estabelecimentos de ensino, em todas as unidades da federação brasileira. A inclusão desses alunos nas classes comuns das escolas regulares é importante, mas é preciso possibilitar que eles tenham um ensino de qualidade e que tenham condições de aprender e desenvolver o conhecimento. Em uma pesquisa, Marcão (2017) concluiu que a robótica educacional desenvolvida com alunos com necessidades educativas especiais

[82] Não é nossa intenção aprofundar a discussão a respeito da inclusão de alunos com necessidades educacionais especiais, mas apenas apresentar e analisar as percepções dos estagiários a respeito da participação do aluno no projeto ROBOMAT.

> permitiu que os discentes aprendessem praticando e validou as suas aprendizagens de uma forma imediata, graças à interação do robot, virtual ou físico, com os participantes. Ao descobrirem se acertavam na resposta através da observação do robot, a aprendizagem foi associada a uma sensação de satisfação e recompensa, confirmando assim os diversos estudos que apontam a robótica educativa como uma atividade lúdica e apelativa para alunos de diferentes faixas etárias. (MARCÃO, 2017, p. 282)

É importante proporcionar aos futuros professores conhecimento teórico sobre as várias necessidades educativas especiais e as práticas pedagógicas que favorecem a inclusão desses alunos. O trabalho com a robótica educacional pode ser uma forma de cobrir essa necessidade. Também é importante promover a participação de experiências práticas sobre a inclusão dos alunos com necessidades educativas especiais.

Ainda sobre a interação professor-aluno durante o processo de ensino-aprendizagem, Bru se emociona pelas relações construídas com os alunos:

> ***Bru****: Se a gente tivesse um tempo para fazer isso nas escolas e conseguisse levar essa proposta para a sala de aula, seria muito importante, porque você poderia ajudar uma turma de alunos, com dificuldades diferentes ou até mesmo iguais, e ele passar para outra turma, sabendo o que você explicou. Porque, às vezes, a dificuldade que o aluno tem é mais importante do que o conteúdo que você tem que cumprir. Porque não adianta eu aplicar uma equação do segundo grau se o aluno sabe resolver uma do primeiro. Não adianta eu seguir meu conteúdo, se o conteúdo anterior, o aluno não entendeu. Aquilo para o aluno vai ser um acúmulo de conteúdos que ele não sabe por que, se ele não sabe o primeiro, ele não vai saber o segundo. De saber que eu estou concluindo uma graduação e saber que eu vou ser uma professora e que eu posso ser uma professora. Na segunda parte, eu achei muito importante foi a parte da gratidão. Quando você explica um conteúdo para um aluno e ele chega em você e agradece pelo que ele aprendeu, eu acho que a única recompensa que o professor tem é a gratidão dos alunos. A humildade que o aluno tem em chegar em você e falar: muito obrigada, Bru! Você me ajudou nesse ponto aqui e eu nunca vou esquecer disso. Eu acho que a gratidão dos alunos é uma coisa essencial, uma coisa muito importante. É uma coisa que eu nunca vou esquecer porque eu passei aqui no estágio.*
> (Entrevista)

Bru reconhece que a função social do seu trabalho foi alcançada, pois há uma dependência entre ensinar e aprender, assim, somente haverá ensino, caso haja aprendizagem. O reconhecimento afetivo do aluno por ter aprendido o que lhe foi ensinado é motivo de realização para Bru. Assim, nas interações construídas durante as aulas, mostrou ter desenvolvido junto com os alunos, uma relação com base emocional e afetiva. Para Camargo (2015), a afetividade é essencial na atividade docente, pois existem possibilidades afetivas que contribuem para a aprendizagem:

> A afetividade (o afeto) torna-se elemento importante para a garantia do envolvimento do professor e dos alunos na tentativa de oportunizar ensinos e aprendizagens eficientes, no desenvolvimento de um ambiente agradável em sala de aula, na aquisição/socialização de conhecimentos e elevação da autoestima. (CAMARGO, 2015, p. 86)

O ser humano é constituído pela articulação entre razão e emoção, mas comumente desconsideramos que essas dimensões se entrelaçam e se influenciam mutuamente (CAMARGO, 2015). As dimensões afetivas/emocionais, cognitivas, sociais, políticas e históricas se complementam e influenciam a prática docente (CAMARGO, 2015). O conhecimento, como diz Cortella (2016), é

> objeto da nossa atividade, não pode, no entanto, ser reduzido à sua modalidade científica, pois, apesar de ela estar mais direta e extensamente presente em nossas ações profissionais cotidianas, outras modalidades (como o conhecimento estético, o religioso, o afetivo etc.) também o estão. (p. 27)

Os resultados da pesquisa de Tassoni (*apud* CAMARGO, 2015) com alunos da educação infantil ao Ensino Médio evidenciam que as relações afetivas, como sentimentos e emoções, agradáveis ou não, vão evoluindo e se tornando mais complexas, e mostram a importância da "relação do professor com a sua área de atuação e como esse processo influencia a relação dos alunos com o professor e com a disciplina que ele leciona" (p. 87). Os alunos se aproximam ou se afastam do objeto de conhecimento, o que os leva a "gostar ou não de aprender e de fazer" (p. 87). O conhecimento afetivo é fundamental para uma prática educativa de qualidade. Também na concepção de Freire (2020), o conhecimento contempla as dimensões cognitiva e afetiva:

> Nenhuma formação docente verdadeira pode fazer-se alheada, de um lado, do exercício da criticidade que implica a promoção da curiosidade ingênua à curiosidade epistemológica, do outro, sem o reconhecimento do valor das emoções, da sensibilidade, da afetividade, da intuição ou adivinhação. (FREIRE, 2010, p. 45)

Durante a atividade educativa realizada no ROBOMAT, algumas atitudes simples dos estagiários, como a postura, o acolhimento, a proximidade, o contato, a comunicação e a valorização da aprendizagem de cada aluno, tiveram valor afetivo significativo na sua relação com os alunos. Além disso, o conhecimento afetivo desenvolvido pelos estagiários, durante a ação educativa, foi possível devido à prática educativa desenvolvida com empatia, reciprocidade e envolvimento dos futuros professores com a proposta de formação da qual

participaram. Os futuros docentes se sentiram valorizados pelo trabalho que haviam desenvolvido, e isso os afetou diretamente para que elevassem sua autoestima e confiança.

Foi possível perceber que alguns estagiários tiveram a visão do seu próprio desenvolvimento profissional e os conhecimentos necessários para que o crescimento profissional ocorra. Separamos duas falas que evidenciam a compreensão dos estagiários de que o processo de desenvolvimento profissional é contínuo e a importância da teoria associada à prática:

> ***Linda****: O que mais me marcou é que sempre convivi muito com robótica, mas uma coisa que me marcou é que a gente nunca sabe tudo. Tipo, vai fazer dois anos e meio que eu estou nisso, eu cheguei num dia, numa aula e o aluno me fez uma pergunta e não sabia responder uma coisa básica. Então, a gente tem que sempre estar estudando, mesmo que a gente ache que sabe, a gente não sabe tudo. Tem que estar sempre estudando mesmo, que se você se profissionaliza em uma área, mas não é só porque você profissionalizou nela que você sabe tudo, né? Então, estuda mais, sempre tem que estar estudando.*
> ***Noemi****: O que mais me marcou, que eu achei de bom, foi a questão das leituras, né? O bom dessas leituras é que não ficou algo vazio, a gente conseguiu aplicar, conseguiu entender. E isso para mim foi o melhor de tudo, foi esse conhecimento teórico que a gente teve.*
> (Entrevistas)

Linda e Noemi apresentaram reflexões que evidenciam sua consciência da necessidade de estarem sempre em busca do conhecimento e da melhoria da prática, consequentemente, do seu desenvolvimento profissional, a partir do conhecimento teórico integrado à prática docente (PIMENTA; LIMA, 2017). Elas corroboram que a reflexão, por si só, não traz contribuições para o seu desenvolvimento profissional, mas deve estar amparada na(s) teoria(s) para que, de fato, produza mudanças na sua prática docente (PONTE, 2005a).

Os futuros professores perceberam que o processo formativo contribuiu de várias formas para sua futura atuação. Assim, escolhemos alguns enunciados a respeito das aprendizagens desenvolvidas e que os estagiários poderão desenvolver no contexto da sua atuação profissional futura:

> ***Anninha****: Investigação matemática. Porque eu vou mais além daquilo. Porque a gente sabe que na escola a gente tem que ser certinho, dar um 'trem' assim e falar: você vai fazer assim, assim, assado. Eu vou explorar mais com a investigação matemática. Não vai ficar só: você vai fazer a equação de segundo grau, aí passa lá Bhaskara, passa lá soma e produto. Não, a gente vai explorar, a gente vai investigar e vai trazer mais coisas para cá.*
> ***JPC****: Assim, deu para ver que um professor não precisa de uma postura tão rígida dentro de sala de aula para ter os alunos prestando atenção. Que a sala de aula não é só aquele momento chato, que sempre tem um professor que fala ali na frente. Tem sim um momento que dá para brincar com os*

> *alunos. E assim, as teorias da gincana, até hoje eu sou meio encucado com isso. Com os modos que se tem para fazer uma gincana, como se deve fazer.*
> ***Linda**: A criatividade no planejar a aula vai me ajudar de mil maneiras, sei lá, acho que essa parte de dar aula assim, contribui para gente tornar um professor melhor. Ter essa 'pegada' de professor. Então, contribui, tipo, nunca vai ser a mesma coisa.*
> ***Noemi**: Acho assim, a gente aprendeu uma nova metodologia, uma metodologia que normalmente não é utilizada em sala de aula. A gente discutiu muito sobre isso.*
> (Entrevistas)

Os estagiários resolveram várias tarefas envolvendo investigações matemáticas no início da pesquisa, e elaboraram tarefas investigativas. Com isso, os futuros docentes perceberam que elas podem contribuir para que os alunos tenham uma visão ampla da Matemática e desenvolvam plenamente conhecimentos matemáticos. Anninha expressa sua expectativa de poder produzir as investigações matemáticas com seus futuros alunos. JPC evidencia sua mudança de perspectivas acerca da relação professor-aluno e das estratégias de ensino. Linda ressalta a importância da criatividade do professor ao planejar as aulas, saber integrar diferentes abordagens de ensino e objetos que favoreçam a aprendizagem dos alunos. Segundo Rodarte (2014), apoiado em Perez, a criatividade é uma "capacidade de cada ser humano, portanto, cabe ao ensino originá-la" (p. 12). Se queremos preparar os indivíduos para essa habilidade necessária para o século XXI (ANGEL-FERNANDEZ; VINCZE, 2018a), precisamos preparar também o professor no desenvolvimento de sua criatividade. A robótica educacional possibilita que alunos e professores desenvolvam sua criatividade (ALIMISIS; KYNIGOS, 2009; CÉSAR, 2009, 2013; CURCIO, 2008; LABEGALINI, 2007; LUCIANO, 2017; OLIVEIRA, 2019; PINTO, 2011, STROEYMEYTE, 2015; MACIEL JÚNIOR, 2017).

Como seres únicos, diversos e inacabados (FREIRE, 2010), os estagiários se desenvolveram de modos diferentes. Em um deles ocorreu um tipo de movimento que não ocorreu no outro, pois dependeu da postura, do envolvimento e comprometimento desse futuro professor frente às múltiplas oportunidades de aprendizagens. Esse processo de crescimento também está associado às perspectivas anteriores que os estagiários tinham a respeito das temáticas envolvidas na ação formativa. Ponte (1994, 1998) afirma que o desenvolvimento profissional é uma decisão pessoal do docente, depende do grau de envolvimento e comprometimento.

O processo formativo fomentou um movimento no sistema identitário dos futuros professores com a profissão, a partir da colaboração e da reflexão crítica sobre as práticas que interagiram, da interação com os alunos, mobilizou uma pluralidade de conhecimentos que culminaram na aprendizagem sobre alguns aspectos do conhecimento profissional,

principalmente no que diz respeito ao conhecimento didático da Matemática (PONTE, 2012). Demonstraram que desenvolveram conhecimentos sobre os alunos e suas aprendizagens e conhecimento sobre a prática educativa, o que inclui o planejamento de aulas, gestão da sala de aula (PONTE, 2012), orientados pela investigação sobre as contribuições da robótica educacional e as investigações matemáticas no ambiente da sala de aula para estabelecer um ambiente favorável à aprendizagem dos alunos. A prática educativa permitiu-lhes incrementar conhecimentos tácitos e subjetivos, como a valorização das interações interpessoais, aprender com o outro, afetividade e gratidão pela troca de conhecimentos.

8.2 MOVIMENTO NAS PERSPECTIVAS DOS FUTUROS PROFESSORES SOBRE OS PROCESSOS DE AUTORIA

Os aprendizes da *Sociedade Criativa* estão crescendo em um mundo diferente do mundo de seus pais, acostumados à velocidade, à interatividade, a navegar em diversas plataformas e realizar múltiplas tarefas simultaneamente. É solicitado que os novos alunos "devem aprender a pensar criativamente, planejar sistematicamente, analisar criticamente, trabalhar colaborativamente, comunicar com clareza, projetar iterativamente e aprender continuamente" (RESNICK, 2008, p. 18, tradução minha).

As TDIC, segundo Resnick (2008), têm uma dupla função na *sociedade criativa*. Por um lado, elas aceleram as mudanças na sociedade e acentuam a necessidade de pensamento criativo em todas as circunstâncias da vida das pessoas. Por outro lado, "as novas tecnologias têm o potencial, se devidamente projetadas e utilizadas, de ajudar as pessoas a se desenvolverem como pensadores criativos, de modo que estejam mais bem preparadas para a vida na *sociedade criativa*" (RESNICK, 2008, p. 18, tradução minha). No entanto, segundo o autor, a maior parte das escolas não utilizam as TDIC de modo a desenvolver essas habilidades necessárias para o século XXI. Na maioria das vezes, a forma como as TDIC são utilizadas apenas reforça as usuais estratégias de ensino e aprendizagem. Para que elas contribuam com o desenvolvimento dessas habilidades, é preciso priorizar que os alunos se desenvolvam como pensadores criativos (RESNICK, 2008).

Se esperamos que os alunos sejam criativos e autores de suas aprendizagens, o professor não pode ficar alheio ao que se passa na sociedade. É importante que ele também tenha oportunidade de desenvolver sua criatividade, com participação ativa em processos formativos que possibilitem a autoria de novos conhecimentos.

O entrelaçamento das diversas atividades realizadas nesse processo formativo possibilitou que os estagiários fossem criadores de diferentes conhecimentos. Eles passaram de consumidores de tecnologia a um processo de criação e autoria na programação de diferentes protótipos. Os estagiários construíram vários conhecimentos durante as primeiras fases do Estágio, como o conhecimento técnico sobre a relação entre a Matemática e a robótica educacional e, na última fase, o estudo de aula permitiu que eles desenvolvessem conhecimento profissional sobre o uso da robótica no ensino de Matemática. Os estagiários exemplificam sua perspectiva sobre sua aprendizagem com a robótica, durante a fase de *Experimentação*:

> ***Anninha**: A programação, a gente tem que ter criatividade para fazer, aí você tem que conhecer o programa. Eu não estava habituada com o programa, não, agora eu já ... sou mais ou menos.*
> ***Larissa**: Então, tipo, a forma de trabalhar com a robótica* [...] *é construir, ela cria novos desafios e através desses novos desafios, você vai chegando a outras questões matemáticas e assim vai. Que nem muitas coisas mesmo, quando eu aprendi na escola, aprendi entre aspas. Às vezes eu decorava, para eu poder fazer.* [...] *Eu decorava e fazia a prova e depois, no outro dia, eu já não lembrava mais como que era. Então, não adianta você decorar, você tem que aprender a fazer. Não adianta você decorar a fórmula de Bhaskara, não adianta você decorar a fórmula da circunferência, essas coisas. Você tem que aprender. Então, a robótica tem essa forma mais dinâmica, assim, de construir o conhecimento do aluno, ajuda a desenvolver mais essa parte.*
> ***Noemi**: A gente teve a oportunidade de aprender sobre os kits tudo de novo, a mexer, aí, conhecer novos modelos, para poder aplicar uma aula assim.*
> ***Rogério**: Sim, eu conhecia através do PIBID. Saber programar, eu não tinha aprendido tanto. Eu aprendi mais no estágio, mas a questão básica de mexer, de conhecer as peças, de conhecer as montagens e de programação básica mesmo, eu já sabia.*
> (Entrevista)
> ***Yoda**: Creio que ter trago o lúdico da robótica para implementar a construção do conhecimento, foi um diferencial.*
> (Questionário 3)

A afirmação dos estagiários está de acordo com o que vem sendo argumentado na literatura, como em Martins (2017), que observou "o potencial da programação para aproximar jovens da escola, através da potencialização da criatividade, com significativo aumento da motivação intrínseca e ressignificação da escola como espaço de experiência e pesquisa" (p. 12).

A robótica educacional, no processo de ensino-aprendizagem, se coloca entre a aprendizagem e o aprendiz, ampliando as possibilidades de transformar o local da aprendizagem, a forma como se aprende e provocando mudanças no pensamento do aluno. Assim, durante as aulas de robótica, foi possível criar um ambiente de aprendizagem rico, movido pelo interesse em aprender, em desvendar a ferramenta tecnológica e fazer dela aliada

no aprender e ensinar Matemática. Desse modo, os recursos tecnológicos utilizados nessa proposta formativa, potencializaram a criatividade e sustentaram a autoria dos estagiários aprendizes, pois quando as TDIC são desenvolvidas em um ambiente de interação, comunicação e colaboração, vão contribuir significativamente nos processos educativos, possibilitar o desenvolvimento da expressão criativa, a realização de projetos e a reflexão crítica (PONTE, 2000). Noemi expõe sua perspectiva de como é o processo de construção da aprendizagem com a robótica:

> ***Noemi**: Com a robótica educacional, a gente pensa mais, a gente tem um raciocínio que tem que ser construído assim, por etapas, né? Você vai lá, faz, faz, faz, pronto, chega no final e é isso. Não, na robótica a gente tem vários processos de construção de raciocínio e pensamento. E a gente aprendeu isso! Eu acho que é muito interessante e a gente poderia levar isso no futuro, né? Quem sabe a gente vai poder aplicar isso com as nossas turmas. De vez em quando poder trazer algo diferente, isso motiva o aluno.*
> (Entrevista)

Assim compreendida, essa tecnologia possibilita a exploração de novos ambientes de aprendizagem e a produção do conhecimento matemático, no qual o que é mais importante não é o produto final, mas sim o processo. Conforme Curcio (2008) argumenta, "a utilização da robótica educacional fundamenta-se em propiciar aos discentes ambientes de aprendizagem baseados em dispositivos robóticos, que permitam a construção do conhecimento em diferentes áreas científicas" (p. 3).

Ponte e Chapman (2016) salientam a importância dos futuros professores desenvolverem o conhecimento em Matemática e o conhecimento em Matemática para o ensino. A falta do conhecimento sobre os conteúdos matemáticos a ensinar limita a competência profissional do docente, mas não é suficiente para garantir sua eficiência. Tendo essa preocupação em vista, possibilitamos que os futuros professores imergissem no processo de construção de tarefas, investigativas e exploratórias, envolvendo os robôs. Essas tarefas conseguiram desafiar e motivar os alunos para aprender Matemática e ao mesmo tempo, construir e programar os robôs. Com relação ao conhecimento da Matemática, os estagiários puderam revisitar e aprofundar alguns conteúdos matemáticos de Álgebra, Geometria e Geometria Analítica. Esse aprofundamento possibilitou a elaboração de tarefas envolvendo esses conceitos e aprofundar o conhecimento da Matemática para o ensino durante a condução das aulas.

Durante o estudo de aula, os estagiários se colocaram em ação, em um processo de criação e autoria de materiais educativos. A autoria emergiu da troca com o outro, ou com os

outros, da inteligência coletiva do grupo (LÉVY, 2015), num processo colaborativo de aprendizagem sobre o *fazer docente*. Compreendemos que o espaço-tempo do estágio, permeado pelas conversas a partir da interatividade com as TDIC, dos diálogos tecidos dentro e fora de sala de aula entre os participantes, inspiraram a autonomia e a autoria individual e coletiva, construção coletiva e compartilhamento de diferentes produtos, que emergiram da prática e da teoria, da observação das aulas, do diálogo, da reflexão, e da colaboração do grupo. Suas produções criativas e *inovadoras* foram: planos de aula, atividades e tarefas envolvendo os robôs e os conteúdos matemáticos.

Nos planos de aula, os futuros professores conseguiram relacionar a Matemática e robótica educacional para desenvolver aulas interessantes e *inovadoras*, levando em conta os conhecimentos prévios dos alunos. Nos trechos a seguir, temos dois exemplos em que os estagiários descreveram suas concepções sobre as investigações matemáticas desenvolvidas nas aulas do 2º, 3º, 11º e 12º ciclos do estudo de aula:

> *A proposta de atividade investigativa que foi desenvolvida, onde foi levado em conta os conhecimentos que os alunos têm sobre função de primeiro grau para aplicar numa situação-problema, envolvendo o robô escolhido.* [...] *Neste processo, buscará nas ações relacionar a funções do primeiro grau e a conceitos de Física básica.* [...] *Com esse robô e com uma proposta investigativa, são trabalhados deslocamento em função da rotação, velocidade em relação ao deslocamento e em relação ao tempo.* (Larissa, Salazar, Stephen Hawking, artigo)
>
> *Nesse processo, os conteúdos matemáticos puderam ser abordados com a montagem feita, como no lançamento do projétil, com a programação permitindo resgatar conhecimentos matemáticos do Ensino Médio, obtendo empiricamente a equação do segundo grau com o lançamento, as taxas de variação (velocidade, aceleração), a força resultante e o modelo matemático e físico envolvido na situação problema. Não podemos esquecer também das questões geométricas da própria catapulta, aspecto este que envolve design e precisa de mais tempo e investigação, para além de uma única aula. Estes conceitos foram abordados na hora da montagem, programação e na realização dos desafios, buscando relacionar os conteúdos teóricos com a dinâmica das atividades.* (Kitty, Leka, Yoda, artigo)

Quando trabalhamos com robótica, em situações investigativas, o aluno é protagonista do processo de ensino-aprendizagem, portanto, ele é produtor e autor do conteúdo, e constrói o seu conhecimento de modo ativo e participativo. Assim, "na robótica [...] o consumo tecnológico abre espaço gradativamente a um processo de produção e autoria" (BARBOSA, 2011, p. 150). O aluno, aqui compreendemos também o futuro docente aprendiz, passou pelo processo de construção do robô para o controle desse protótipo. É nesse processo que, a partir

da criatividade, o aprendiz é levado à criação e autoria do seu conhecimento. Para esse mesmo autor,

> Ensinar com robótica é pensar em um ambiente de aprendizagem em que o aluno assuma a posição de autor e veja os projetos não como exercícios, mas como projetos pessoais. Melhor dizendo, o conhecimento construído deve ser pessoal e prazeroso [...], o ensino precisa valorizar mais o potencial criativo dos alunos e não ficar apenas apegado a notas. (BARBOSA, 2011, p. 153)

Ainda com relação aos conhecimentos técnicos e alguns conhecimentos matemáticos necessários para as aulas, os estagiários apresentaram a seguinte explicação:

> *O desafio proposto, os alunos utilizando fitas métricas, caderno de anotações, tinham que programar o robô para andar 1,5 cm em linha reta, tanto por tentativa quanto pela fórmula da rotação.* [...] *Primeira forma de se conseguir virar o robô é a utilização do "volante", porém essa forma não é uma maneira muito precisa, para se programar, basta programar da forma pretendida, mudando a posição do "volante". Outra maneira é travando uma das rodas para poder virar, dependendo do grau desejado, para tal é preciso utilizar algumas fórmulas matemáticas.* [...] *Com o finalizar das aulas, podemos afirmar que os objetivos 'programar de forma sistemática e lógica (fazer com que vire e ande reto)' foram alcançados, uma vez que os alunos conseguiram concluir os desafios.* (Larissa, Salazar, Stephen Hawking, artigo)

O subgrupo Kitty, Leka e Yoda explicou um conhecimento tecnológico utilizado para programar a catapulta, desenvolvida no 11º e 12º ciclos do estudo de aula:

> *A programação* [da catapulta] *é feita, usando um software específico da LEGO, que possui uma arquitetura de programação em bloco* [...]. *Para resolver esses desafios, os alunos necessitam programar o robô e compreender as grandezas envolvidas no processo. Sem entender como funciona a máquina, o lançamento de um objeto, as informações do cenário, é impossível solucionar os problemas e conseguir programar a catapulta.* [...] *Na programação da catapulta, a sequência dos ícones está disposta na seguinte forma de raciocínio: um sensor de som detecta um som grave de comando, aciona o funcionamento do motor que libera o braço da catapulta, fazendo com que o projétil seja lançado; para finalizar, existe um temporizador para informar o tempo que o motor precisa ficar acionado. Tudo está dentro de um loop, ou seja, de um processo repetitivo dessa sequência de comandos sempre que a catapulta for armada.* (Kitty, Leka e Yoda, artigo)

Com esses recortes, encontramos nos planos de aula, nos *slides* elaborados para as aulas e nos artigos produzidos com os relatos das experiências, suas investigações sobre suas práticas, as descrições e análises dos procedimentos necessários para a programação e para as investigações matemáticas desenvolvidas nas aulas de investigação. Além dos registros realizados no Diário de Campo, durante as aulas de *Experimentação*, essas descrições

evidenciam que os estagiários desenvolveram tanto a fluência tecnológica quanto o conhecimento necessário para ensinar com essa tecnologia. Logo, o processo de autoria exigiu que eles desenvolvessem conhecimento de conteúdo matemático para o ensino e conhecimento profissional sobre o uso da robótica no ensino de Matemática. Na fala de Noemi é possível perceber a relação da futura professora com a criação do seu subgrupo:

> *Eu falo para todo mundo que a melhor aula foi a minha, porque é criação minha. Tipo, você já cria um xodozinho, é tipo filho!* [...] *Aí, acho que é isso que é importante, porque principalmente, nesse processo de você tentar fazer algo novo, porque se for matéria de sala de aula, é tranquilo. Mas nesse pensamento livre do uso da robótica tem sempre algo assim diferente, né? A Matemática que você pode abordar a mais. A gente viu o básico da robótica, a gente não viu aquela avançada, né? Então, por a gente ter visto o básico, eu sei a programação, eu sei a montagem. Às vezes, se fosse para montar um robô ou programar o básico das programações, eu consigo.* (Noemi, entrevista)

É possível perceber, na fala de Noemi, como a robótica educacional possibilita ao professor usar seu pensamento criativo para *inovar* em suas aulas, produzindo aulas inéditas e que permitam o desenvolvimento do pensamento matemático dos alunos. É possível perceber também o empoderamento (FREIRE; SHOR, 1986) dessa futura professora, por se sentir capaz de criar algo atrativo e divertido para ensinar, a partir das experiências propiciadas pelo processo formativo e o conhecimento profissional desenvolvido (conhecimento didático e conhecimento tecnológico). Apoiado nas ideias de Alarcão e Busato, Alves (2015) afirma que a ação de criação com a tecnologia

> é dar poder ao sujeito, o que não se resume meramente na obtenção de mais poder e mais direitos, mas sim na capacidade real de exercer esse poder de construção de uma cidadania de autorias, pois não se pode ocultar o fato de que o aluno pode criar, como o docente, certos elementos de aprendizagem. (ALVES, 2012, p. 110)

Nas aulas de investigação conduzidas durante o estudo de aula, os estagiários incentivaram que os próprios alunos fossem autores de suas aprendizagens e se colocaram na posição de mediadores do processo de ensino-aprendizagem matemática e dos processos interativos com a tecnologia, usando a abordagem exploratória e investigativa.

As tarefas envolvendo investigações matemáticas possibilitaram que os alunos fossem o centro do processo de aprendizagem. No diálogo e mediação dos futuros professores e com os pares, os alunos formularam problemas, levantaram hipóteses, analisaram as soluções,

construíram, programaram e realizaram experimentos com robôs. Nos excertos dos artigos, os estagiários descreveram sua proposta metodológica para as aulas de investigação:

> *As atividades aqui propostas foram pensadas para que os alunos pudessem investigar e fizessem emergir o conhecimento matemático presente em cada questão.* (Anninha, Bru, Noemi, artigo)
> *Adotando esta postura, a de valorizar os saberes e fazeres trazidos pelos alunos, queremos manter o diálogo sempre presente em nossas ações.* (Larissa, Salazar, Stephen Hawking, artigo)

A prática docente foi baseada na participação e na colaboração autorais dos futuros professores e alunos, em que não prevaleceu a reprodução de técnicas e metodologias padronizadas dos livros e materiais didáticos, a transmissão do conhecimento e informação, mas sim a construção e o compartilhamento de conhecimento para atender às necessidades de aprendizagens dos alunos. Nóvoa (1998) ressalta o aspecto de produtor de conhecimento do professor:

> Os professores não são apenas consumidores, mas são também produtores de saber. Os professores não são apenas executores, mas são também criadores de instrumentos pedagógicos. Os professores não são apenas técnicos, mas são também profissionais críticos e reflexivos. (p. 31)

Durante todo processo de criação dos planos de aulas, das tarefas e dos materiais didáticos utilizados, houve muita reflexão, muitas mudanças ocorreram durante o processo, com a colaboração do grupo, para que fossem inseridas nas aulas de investigação. A partir da prática docente vivenciada, os estagiários apresentaram suas perspectivas sobre a robótica e o processo de construção do conhecimento:

> ***Bru**: A robótica é uma porta de escape, eu diria, é uma forma de ensinar Matemática mais lúdica e que envolve um conceito de tecnologia. Ensinar a Matemática através da robótica, chama a atenção dos alunos, deixa a aula mais interessante para o aluno.*
> ***José**: Como foi vivenciado nas aulas de estágio, as aulas de Matemática com auxílio da robótica tornaram os conteúdos bem mais acessíveis e de fácil entendimento dos alunos, fazendo com que eles aprendessem os conceitos e colocassem eles em prática, aumentando a interação com a turma, melhorando o relacionamento interpessoal e o trabalho em grupo.*
> ***JPC**: Na robótica, a gente consegue trazer mais essa situação, além de conseguir atrair o aluno pela imaginação dele, porque ele vai estar mexendo com o robô, vai estar construindo um robô. Você consegue trazer de forma mais prática, consegue demonstrar para ele a importância da Matemática, como que ela vai ser aplicada no dia a dia, como que isso vai afetar o cotidiano dele. Então, essa é a importância da Matemática, você consegue demonstrar melhor a importância do conteúdo, porque você demonstrar só no papel, ali, é complicado, você mostrar a utilidade dela, da Matemática, no*

> *papel. Eu acho que você mostrando a aplicação mesmo, algo palpável, você consegue que os alunos compreendem melhor e tenham interesse na aula de Matemática.*
> ***Larissa**: A robótica é uma forte aliada no ensino da Matemática, pois além de trazer uma contextualização e uma interdisciplinaridade entre as disciplinas, transforma a aula mais dinâmica, divertida, ao qual os alunos sentem prazer em estudar Matemática, eles não só aprendem como vivenciam ela, criam novos desafios. E a questão, o instruir e do construir, o uso da robótica ajuda a construir o conhecimento do aluno, de forma que ele vá além do que está sendo passado ali dentro de sala de aula!*
> ***Linda**: Durante o estágio, a robótica vem trazendo para nós, enquanto formandos, novas experiências. Durante a formação ficamos falando* [...] *sobre novas metodologias, porém, vejo que durante todo o nosso processo, praticamente todos os professores da educação superior utilizam da metodologia tradicional de ensino. Desta forma, não temos o contato direto com novas metodologias. E no estágio 1 pudemos ter a robótica educacional como uma nova ferramenta de ensino-aprendizagem para os alunos, e ver na prática como as novas metodologias e a tecnologia estão vindo para melhorar a educação.*
> ***Noemi**: A robótica do estágio permitiu que elaborássemos propostas didáticas que fizessem os alunos trabalharem os conteúdos curriculares da disciplina de Matemática de forma mais lúdica. Os alunos ficavam mais estimulados para fazer as atividades, porque a robótica possibilita que as atividades de Matemática sejam apresentadas como desafios. A partir da programação e execução, os alunos conseguem visualizar a forma do seu raciocínio, através da ação do robô. Se tiver certa, eles podem avançar e caso estiver errada, eles podem tentar e tentar até conseguir, ou seja, meio que não existe o errado e o certo, você pode tentar e aprimorar as programações, e isso permite que o aluno aprenda mais, pois não há limites ou barreiras.*
> ***Salazar**: Na minha opinião é simplesmente uma maneira de contextualização de assuntos matemáticos. Uma maneira bem eficaz. Eficaz, pois vi que os alunos puderam entender que a Matemática não é somente cálculos e raciocínio metódico. Eles fizeram algo "concreto" com esses conhecimentos. E isso foi bem interessante de se ver.*
> ***Yoda**: Para quem teve acesso a uma sala de aula, sabe que uma das grandes questões levantadas pelos alunos é "onde eu vou usar isso na minha vida"? Então, mostrar um dos diversos lugares onde encontramos a Matemática, faz com que eles busquem compreender o mundo à sua volta e comecem a ver, pelo viés matemático, o que lhes rodeia.*
> (Questionário 3)

A autonomia docente também é uma construção do professor, segundo Freire (2010), fundamentada na ética da relação com o outro, respeitando a dignidade e a autonomia do aluno e promovendo o protagonismo do estudante durante o processo de construção do seu conhecimento. Perguntamos aos futuros professores se eles se sentiriam seguros para desenvolver uma proposta de robótica educacional numa escola, a partir dos conhecimentos desenvolvidos nesta disciplina. Nossa intenção era compreender se eles haviam desenvolvido os conhecimentos necessários a partir de suas experiências com o Estágio Supervisionado I e se poderiam trabalhar futuramente com autonomia a robótica educacional na Educação Básica.

Apenas três estagiárias responderam que não tinham adquirido segurança quanto aos conhecimentos desenvolvidos, que precisariam de mais tempo na parte de *Experimentação* para conseguirem conduzir as aulas de robótica sozinhas. Todos os demais afirmaram que conseguiriam desenvolver uma proposta de robótica autonomamente ou por meio do trabalho colaborativo. Eles fizeram uma análise a respeito do que foi desenvolvido pelo grupo e refletiram sobre algumas mudanças que fariam para uma futura implementação. No entanto, os futuros professores trouxeram a proposta de composição de novos grupos colaborativos, com outros professores, para juntos unirem forças para que o projeto possa acontecer:

> ***Bru**: Acho que a metodologia foi legal, a gente teve conteúdo específico e um conteúdo encaixava no outro. Não fugiu muito um conteúdo do outro. Então, a metodologia, a aplicação, a forma de como foi aplicada a robótica, foi legal. Talvez eu mudaria algum robô, traria alguma coisa mais desafiadora, alguma coisa mais importante.*
> ***José**: Sim, não sei se a ordem que eu daria seria essa. E não sei se eu daria só essas aulas que foram, da forma que foi. Mas, eu desenvolveria uma coisa mais linear.*
> ***JPC**: Sim, se fosse para eu pegar todas essas sequências, tipo, ah, essa é a sequência que a gente aplicou no estágio para aplicar agora sozinho, daria para seguir, beleza.*
> ***Leka**: Eu vou tentar. Acho que depende muito do público para o qual eu aplicaria. Eu acho que faria algumas mudanças bem básicas, por exemplo, no decorrer de todas as aulas aplicadas, a gente consegue ver que foram aulas que realmente atenderam ao perfil deles, então seriam bem pequenas as mudanças.*
> ***Linda**: Sim, com certeza. Acho que faria alteração só para adaptação da turma, algo assim, mas não do estilo de dar aula assim, eu não faria alteração. Eu acho interessante o jeito que é.*
> ***Neném**: Uai, teria, mas seria bem trabalhoso porque tem muita coisa, porque tem que correr atrás e buscar o que você vai dar, o que você precisa, né, as matérias em si. É claro que eu teria que aprender mais, né? Porque a gente, assim, aprende, mas, pode sempre acontecer de ter um aluno que sempre vai perguntar a mais. E tem, né? Sempre o tem o aluno que pergunta coisa a mais, né? Então, é bom você já ter um conteúdo. É claro que você não vai saber tudo.*
> ***Noemi**: Assim, ó, sozinha, acho que é meio difícil, né? Porque só se for com uma turma muito pequena. Aí sim. Eu tenho que ter um tempo para preparar, sabe? E tentar programar aula por aula, assim, certinho. E já ir pensando nas propostas de atividades. Aí eu acho que assim eu conseguiria.*
> ***Rogério**: Sim, seria. Não focaria tanto em complicar a robótica em si, mais a Matemática e uma brincadeira, a Matemática e uma dinâmica. Eu faria assim. O que vai ajudar é como essa programação que eles estão fazendo vai ajudar a desenvolver o raciocínio lógico deles e o que eles vão aprender de Matemática em cima disso.*
> ***Salazar**: Não, acho que sozinho para aprender, não, mas para dar, sim. Porque foi uma aprendizagem muito conjunta, eu acho. Igual eu descobria uma coisa nova, eu corria e falava para Anninha, a Anninha me falava também, porque a gente tinha dificuldade. Então, eu acho que para aprender o restante tudo sozinho, eu não daria conta. Mas tentaria, coisa que eu não faria no começo, agora no final eu sei que eu tentaria aprender, iria atrás de*

> *pessoas que saibam para me explicar o que eu não faria no começo também. E tentaria.*
> ***Stephen Hawking**: Eu reaplicaria, tentando trabalhar esses conceitos de Matemática em cima do robô e também em cima do desafio que você quer propor para eles. Eu reaplicaria essa parte. Eu alinharia o curso com a proposta de torneio. Eu acho que eu focaria mais nessa parte, de tentar aplicar essas questões, na parte de torneios, né? Cara, eu creio que sozinho... eu tentaria buscar, tipo assim, eu tentaria trazer pessoas. Não é bem para ajudar, mas que se interessem em robótica e queiram aprender e para ajudar também, né?*
> ***Thiago**: Depende do tempo que eu teria para me preparar. Então, eu vou estudar para isso. Eu vou pegar.*
> ***Yoda**: Eu estudaria antes, mas eu tentaria. Eu quero realmente ensinar numa escola que tenha o kit, se não tiver, a gente vai tentar adaptar alguma coisa. Não sei, vai depender da condição da minha vida, eu posso comprar um kit e levar para a escola, para o aluno entender e ver as funcionalidades dele. Mas, eu acho que eu daria conta.*
> (Entrevistas)

Esses futuros professores avaliam que a proposta e a metodologia utilizadas foram importantes, promoveram a aprendizagem dos alunos e, portanto, seriam mantidas, caso venham a trabalhar com robótica educacional. Eles fariam adaptações às demandas da turma, nível escolar, gostos e preferências. Essas contribuições revelam que o processo formativo impactou a identidade profissional desses futuros professores, pois modificou as perspectivas da maioria, quando afirma que seria capaz de, futuramente, assumir o trabalho com robótica educacional no ensino de Matemática. Essas afirmações apresentam suas intenções para atividades e trabalhos futuros com TDIC e deixam, no passado, perspectivas receosas ou céticas.

Quanto à autonomia docente, inicialmente tínhamos a perspectiva relacionada a um sentimento de autossuficiência, queríamos compreender se os futuros professores se sentiriam aptos ao trabalho individual com robótica numa escola da Educação Básica. Perante as reflexões dos futuros professores, nossa perspectiva também mudou e abriu espaço para a inteligência coletiva (LÉVY, 2015) e um movimento colaborativo da construção da autonomia coletiva, em que os futuros professores percebem a necessidade e importância de novas parcerias, a criação de novos grupos colaborativos no âmbito escolar, em prol do desenvolvimento de uma proposta de robótica educacional.

Assim, retomando a questão *De que forma, participar do estudo de aula com robótica educacional poderá contribuir na prática pedagógica dos futuros professores?* Segundo Lobo (2019), passamos por um momento de muitas mudanças, as quais devem ser aproveitadas como alavancas para promover melhorias na escola, caso contrário, estaremos deixando-as presas ao passado, no qual não apresentam soluções para os problemas atuais. Além disso,

> Nos nossos dias de desregulação e de crise insistente, o kit de sobrevivência requer outras habilidades obrigatórias, como autonomia, criatividade, pensamento crítico, capacidade de absorver mudança, lidar com o inesperado, aprender de forma permanente. E os ambientes de aprendizagem, escolares ou não, devem proporcionar a aquisição dessas novas habilidades, nomeadamente permitindo e encorajando o exercício delas. (FINO[83], 2011, p. 6)

Os novos contextos de aprendizagem necessários hoje são muito diferentes do que se necessitava no passado. Precisamos construir contextos que estimulem alunos e professores a aprender a aprender, ou seja, continuar o processo de aprendizagem autônomo, com pensamento crítico e criativo. Outro passo nessa direção é a redefinição dos papéis de docentes e estudantes no ambiente da sala de aula. Assim, precisamos reformular as práticas pedagógicas, propondo ambientes de aprendizagem em que professores e alunos se desenvolvam conjuntamente, envolvidos em situações desafiadoras e estimulantes. "Aceitar a mudança significa levantar amarras e rumar ao desconhecido" (LOBO, 2019, p. 51).

Assim, Fino (2011) e Lobo (2019) nos convidam a pensar em novos paradigmas para substituir o antigo, a repetição de modelos, o ensino centrado na transmissão do professor, para o contexto da *inovação*, em que "a inovação deve ocorrer com novos *paradigmas locais*, deve processar-se nas práticas individuais de *quem quer inovar*" (LOBO, 2019, p. 52, grifos do autor).

Nesse contexto de aprendizagem que construímos nesta pesquisa, centrado nos aprendizes, sejam os estagiários ou os alunos, eles foram interativos e ativos durante o processo e resolveram tarefas de forma colaborativa, utilizando os recursos da robótica educacional. Assim, entendemos que essa prática foi *inovadora* não apenas porque fizemos uso das TDIC. Nas palavras de Lobo (2019, p. 52) "as potencialidades da tecnologia não garantem, mas podem oferecer algumas condições para mudanças substantivas. Mais importante será a aposta em métodos ativos onde o aprendente seja protagonista". Assim, nossa proposta possibilitou que os futuros professores e os aprendizes fossem os protagonistas do processo. Desse modo, compreendemos que localmente, contribuímos para preparar os futuros professores a enfrentarem os desafios colocados pela sociedade criativa e possibilitar que os alunos tenham mais ferramentas para enfrentar os desafios do mundo exterior à escola.

Com base nas temáticas discutidas nessa seção, podemos afirmar que a robótica educacional permitiu que os futuros professores desenvolvessem não apenas a fluência tecnológica, mas que fossem autores de novos conhecimentos, de modo a se sentirem capazes

[83] Página na versão consultada.

de construir parcerias futuras para trabalhar com esse recurso tecnológico em novos contextos. Com certeza, agregar mais profissionais, de diferentes áreas, em um projeto de robótica educacional, trará resultados positivos ao trabalho, vai possibilitar desenvolver e aprofundar questões que envolvam outras áreas do conhecimento.

O estudo de aula possibilitou que os estagiários desenvolvessem conhecimento profissional no que diz respeito ao uso das TDIC, nomeadamente, da robótica educacional, como ferramenta para o ensino de Matemática. O trabalho com robótica mostrou ter potencial para melhoria da qualidade da educação, por meio do ensino a partir da investigação, da exploração e da colaboração. Pode promover o empoderamento dos indivíduos, pois permite não só desenvoltura tecnológica, mas uma transformação, quando passam de consumidores da tecnologia e de conhecimentos para produtores de conteúdos e conhecimentos.

Percebemos que a fluência tecnológica pôde mudar a perspectiva dos futuros professores, foi uma forma de empoderamento dessas pessoas, pois desenvolveu autoestima, confiança e segurança com relação aos conhecimentos desenvolvidos com TDIC, possibilitou que elas produzissem novos conhecimentos e fossem protagonistas de suas histórias pessoais e profissionais.

Na próxima seção apresentamos as considerações finais a respeito dessa investigação, bem como algumas contribuições e perspectivas futuras sobre o processo formativo envolvendo estudo de aula com robótica educacional na formação inicial de professores de Matemática.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entendemos que a prática pedagógica *inovadora* pressupõe uma ruptura paradigmática, implica construir novos contextos de aprendizagem, em que professor e alunos são os agentes de mudança. Uma *inovação* pedagógica, segundo Fino[84] (2008[85]), "implica mudanças qualitativas nas práticas pedagógicas e essas mudanças envolvem sempre um posicionamento crítico, explícito ou implícito, face às práticas pedagógicas tradicionais" (p. 1).

É sob essa perspectiva que compreendemos a origem desta pesquisa sobre o desenvolvimento de uma proposta de *inovação* pedagógica com o uso do estudo de aula com robótica educacional, na formação inicial de professores de Matemática, no contexto do Estágio Supervisionado.

Procuramos criar e interpretar esse genuíno ambiente social de aprendizagem, com base no processo pedagógico promovido, valorizando a trajetória individual e coletiva dos participantes, seus enfrentamentos aos desafios colocados, suas transformações e aprendizagens. Nesse sentido, mergulhamos "nas areias movediças de não saber, com nitidez, onde começa um e acaba o outro, ou, caso coexistam, como chegarão ao final sem se desfazer essa harmonia cúmplice entre a dúvida que impele à pesquisa e a certeza que conduz à acção" (FINO[86], 2011, p. 2).

Foi nessa incerteza que construímos a trajetória, caminhamos juntos com coragem para aprender, arriscar e errar. Reunidos, buscamos novas formas de aprender e mergulhar nesse ambiente de aprendizagem, em que o processo foi mais importante, pois trouxe mais contribuições do que o próprio produto. A pesquisa reuniu pessoas que queriam aprender nesse ambiente colaborativo, e devido a isso, não foi possível impor uma metodologia, impor uma prática, pois "a inovação pedagógica não é induzida *de fora*, mas um processo *de dentro*, que implica reflexão, criatividade e sentido crítico e autocrítico" (FINO[87], 2008, p. 2, grifos do autor). Juntos, no ambiente cotidiano do estágio, refletimos e analisamos cada passo dado, fizemos adaptações necessárias ao nosso contexto e às nossas especificidades, valorizando o individual e o coletivo.

---

[84] Carlos Nogueira Fino é Professor Emérito e Professor Catedrático (Aposentado). Foi Coordenador do Departamento de Ciências da Educação da Faculdade de Ciências Sociais, foi responsável pela linha de pesquisa em inovação pedagógica do Centro de Investigação em Educação (CIE-UMA) da Universidade da Madeira, Portugal.

[85] Página na versão consultada.

[86] Página na versão consultada.

[87] Página na versão consultada.

Essa prática pedagógica se constituiu *inovadora* na perspectiva de ação, na qual o estudo se guiou por uma percepção de transformação e empoderamento dos participantes. Uniu a pesquisa à vontade de *inovar*, ou seja, construir um ambiente de aprendizagem único e *inovador*, com a convergência das potencialidades da robótica educacional e do estudo de aula no contexto da formação inicial de professores de Matemática.

Essa concepção coaduna com a perspectiva de ensino *inovador* defendido por Ponte, Oliveira e Varandas (2003). As TDIC podem ser utilizadas tanto numa perspectiva *inovadora* quanto numa perspectiva tradicional de ensino. Compreendemos que o futuro professor precisa ter experiências formativas envolvendo as TDIC para conhecer o potencial, compreender as aplicações e como utilizá-las de modo a promover ambientes estimulantes, que desafiem os alunos para a aprendizagem.

Práticas pedagógicas *inovadoras* dessa natureza são importantes por diferentes razões, como a citada anteriormente, mas ainda ressaltamos que muitas escolas hoje dispõem dos *kits* de robótica educacional ou outros recursos tecnológicos. Isso mostra a relevância de formar professores para esse novo contexto, em que os recursos tecnológicos muitas vezes não são utilizados pelos docentes pois, em geral, eles não se sentem preparados para tal. Além disso, essas práticas geralmente não ocorrem nos estágios obrigatórios nas licenciaturas. Exceto raras exceções, os estágios são desenvolvidos numa abordagem tradicional de ensino, centrada na prática como "imitação de modelos" (PIMENTA; LIMA, 2017, p. 28) ou na "instrumentalização técnica", em que "a prática pela prática e o emprego de técnicas sem a devida reflexão podem reforçar a ilusão de que há uma prática sem teoria ou de uma teoria desvinculada da prática" (p. 30).

A pesquisa apontou caminhos nessa direção, pois comprometeu-se a construir e implementar uma prática pedagógica, na qual os estagiários foram os protagonistas, participaram ativamente e assumiram novos papéis durante toda trajetória formativa. Desenvolvemos uma prática pedagógica pautada nas relações entre formadores, estagiários e alunos, com a intenção de provocar ou favorecer a construção da aprendizagem nos cenários da robótica educacional e do estudo de aula. Por um lado, consideramos a prática do estagiário, aprendendo a *ser professor* numa nova concepção de ensino e de aprendizagem, em que o conhecimento não está ali, pronto e acabado, no livro didático ou nos materiais de ensino, o conhecimento não pode ser transferido pelo professor, mas deve ser construído nessa relação dialógica, em que ambos, professor e aluno, aprendem e ensinam. Assim, no sentido que Bezerra e Morelatti (2017) argumentam, a articulação de todo o processo se deu a partir da prática.

Por outro lado, consideramos essa proposta formativa orientada pela teoria analisada durante o estudo, mas sobretudo, a teoria foi possibilitadora de uma nova prática, de uma nova postura docente frente às aulas com robótica educacional, com foco na aprendizagem dos futuros professores e também dos alunos da Educação Básica. Além disso, nas reflexões dos ciclos do estudo de aula, recorremos à teoria para buscar soluções aos problemas observados em sala de aula. Dessa forma, conseguimos fazer uma articulação entre teoria e prática no sentido que Pimenta e Lima (2017) referem, em que a teoria subsidiou e transformou a prática desenvolvida nesta investigação.

O trabalho com TDIC foi *inovador*, uma vez que possibilitou desenvolver uma prática pedagógica pautada numa nova postura, em que o aprendiz, futuro professor ou aluno do Ensino Médio, tem autonomia para trabalhar e o professor "assume um papel mais periférico, servindo de assistente, recurso, guia, agente metacognitivo, muito mais do que de transmissor" (FINO, 2008, p. 2). O professor é o mediador do processo, o aprendiz é que é o ator principal. As TDIC tiveram o papel de potencializar as possibilidades de aprendizagem que vão além do currículo (PAPERT *apud* SOUZA; FINO, 2008).

Compreendemos que essa concepção dialoga com a perspectiva defendida por Freire (2010), em que o professor cria um contexto favorável e rico para a aprendizagem, assume o papel de mediador e facilitador do processo de ensino-aprendizagem. Consideramos essa investigação uma *inovação* pedagógica, não por termos incorporado as TDIC no processo formativo, não por pensarmos em ter mais tecnologia na sala de aula, mas por buscarmos aprender como inserir essa tecnologia no contexto educativo, no uso da robótica educacional como uma ferramenta de aprendizagem, "*tools to think with*" (PAPERT *apud* FINO[88], 2011, p. 6).

Por termos provocado transformação e mudança, segundo Fino[89] (2008), embasado em Papert, provocamos "o máximo de aprendizagem com um mínimo de ensino" (p. 2). Assim, ao trabalhar com robótica educacional, não seguimos modelos ou formas e caminhos pré-estabelecidos, mas possibilitamos um espaço propício para a autoria e a criatividade.

Consideramos que o estudo de aula com a abordagem exploratória e tarefas investigativas também promoveu essa *inovação* pedagógica. Esse processo de desenvolvimento profissional docente permitiu transformações qualitativas no processo de ensino-aprendizagem de Matemática, ao se posicionar criticamente em oposição às práticas tradicionais, provocou a construção de contextos de aprendizagem centrados nos aprendizes e na atividade que eles

[88] Página na versão consultada.
[89] Página na versão consultada.

desenvolveram. Dessa forma, o estudo de aula consistiu na modificação do contexto formativo do estágio, pois significou pensar junto com os estagiários os desafios da prática pedagógica, buscar soluções na teoria, e fazer junto com os estagiários essa prática, numa visão crítica e reflexiva sobre como se organiza, como funciona o ambiente da sala de aula e como ocorre a aprendizagem dos alunos. Desafiou os estagiários a desenvolver sua criatividade, sua autoria e criação, sua autonomia, a colaboração, a reflexão sobre a prática e para a prática. Não construímos conhecimento *para* o professor, mas *com* o professor em formação.

Procuramos desenvolver o empoderamento dos futuros professores, segundo a perspectiva de Freire e Shor (1986). O empoderamento individual, no sentido da transformação de si mesmo e o empoderamento social, na compreensão de que essa *experiência* (LARROSA, 2002b) possibilitou ativar, desenvolver e dinamizar a potencialidade criativa dos futuros professores para transformar o seu meio social. Compreendemos que esse sentimento de empoderamento e de autoestima elevada possibilita que esses futuros profissionais se sintam capazes de continuar aprendendo, promova sua autonomia docente e seu desenvolvimento profissional. Viabiliza que os futuros professores se desenvolvam no sentido de saberem o que precisam aprender, como aprender e como desenvolver seu trabalho educativo de forma a promover o empoderamento de seus alunos.

Durante o trabalho buscamos evidenciar o *como*, o *modo de fazer* estudo de aula com robótica educacional. Percebemos a necessidade de fazer adaptações ao estudo de aula no contexto da robótica educacional. Esse contexto que é tão dinâmico, de movimentação e que naturalmente exige novos papéis de professores e alunos, exigiu adaptações que talvez se façam necessárias em outros contextos com TDIC. Assim, entendemos que a criação desse ambiente de aprendizagem, entrelaçando o estudo de aula com a robótica educacional no processo de formação inicial de professores de Matemática, no contexto dessa prática pedagógica *inovadora*, nos possibilitou alcançar o objetivo de **compreender como o estudo de aula com robótica educacional contribuem na formação inicial de professores de Matemática no contexto do Estágio Supervisionado I**.

Sobre a questão de investigação: **Como o estudo de aula com robótica educacional possibilitam a construção de conhecimento profissional nos futuros professores de Matemática durante o Estágio Supervisionado I?** Entendemos que a resposta a essa pergunta está no caminho que escolhemos trilhar, o fazer junto, o trabalho colaborativo em que todos os participantes contribuíram e também construíram conhecimentos importantes para o seu crescimento profissional. Os resultados alcançados emergiram ao longo das sessões 5 a 8, assim não faria sentido repeti-los aqui. Contudo, vou referir alguns aspectos importantes dessas

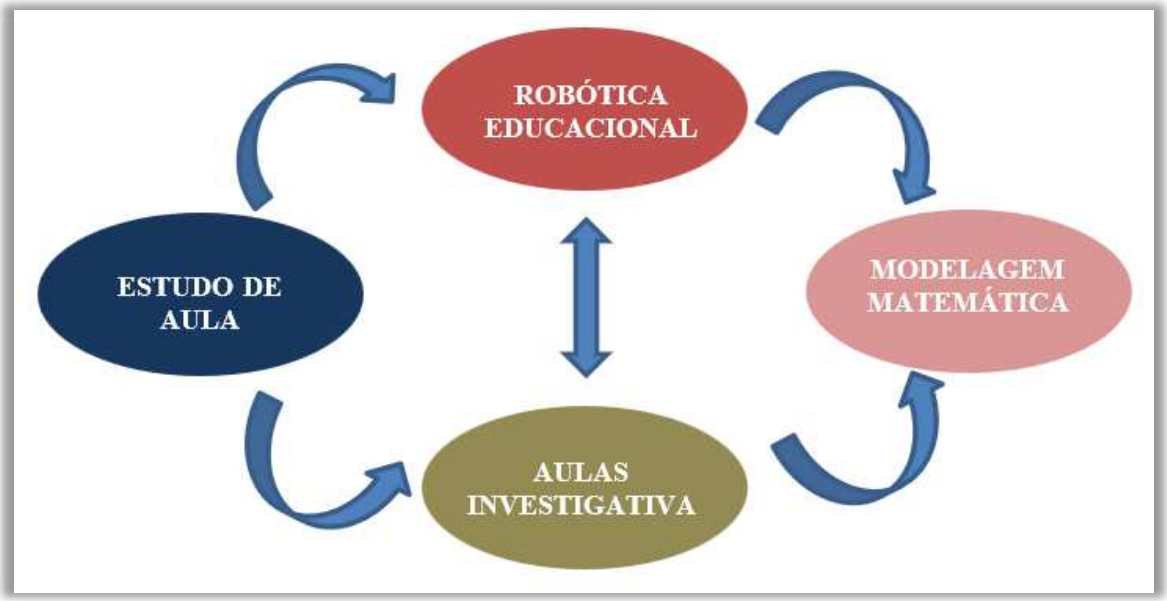
‘conclusões’ para elucidar o leitor. A análise sobre a prática formativa nos permitiu perceber que os futuros professores construíram algumas aprendizagens: i) alguns aspectos do conhecimento didático; ii) desenvolvimento da fluência tecnológica, com relação aos conhecimentos científico-tecnológicos sobre a robótica educacional; e iii) desenvolvimento do conhecimento de como ensinar e aprender com TDIC.

Com relação ao conhecimento didático, essa prática pedagógica colaborativa possibilitou que os futuros docentes desenvolvessem conhecimentos em três vertentes. Na vertente sobre o conhecimento da Matemática para o ensino, essa prática promoveu a motivação e o interesse dos estagiários para que eles se aprofundassem e mobilizassem novos conhecimentos sobre alguns conteúdos de Números e Álgebra e Geometria e Medidas, e sobre o ensino desses conteúdos mediados pela robótica educacional. Os futuros professores tiveram melhor compreensão e reconstruíram o que já sabiam; planejaram e conduziram aulas para a aprendizagem desses conteúdos matemáticos por meio da abordagem exploratória com tarefas investigativas e exploratórias, mediadas pela robótica educacional; observaram, ensinaram, interagiram com os alunos e refletiram profundamente sobre e para a prática. Nessas aulas, os alunos estiveram no centro do processo, trabalharam, exploraram e investigaram.

Quando utilizamos a abordagem exploratória com as investigações matemáticas no contexto dos robôs, ao solicitarmos que os futuros professores generalizassem os resultados encontrados, percebemos que eles estavam construindo modelos matemáticos. Assim, a abordagem que desenvolvemos nesse processo se assemelha ao processo de modelar. Entendemos que essa *inovação* pedagógica envolvendo o Estudo de Aula com Robótica Educacional possibilitou que desenvolvêssemos a nossa própria compreensão a respeito da Modelagem Matemática a partir das Investigações Matemáticas com os protótipos. Com isso, conjecturamos uma proposta de Modelagem Matemática & Robótica Educacional (seção 6). Na Figura 93 podemos ver que seguimos um caminho inverso da maioria das outras pesquisas, partimos do Estudo de Aula com Robótica Educacional, priorizamos as aulas investigativas, o que nos levou à Modelagem Matemática.

Frequentemente os estagiários e também os alunos do Ensino Médio utilizaram seus conhecimentos anteriores sobre os conteúdos matemáticos para modelar as situações com os protótipos. Eles desenvolveram conhecimento sobre o fazer matemática, ou seja, eles desenvolveram a capacidade de estabelecer conexões entre objetos matemáticos e os robôs. Podemos afirmar que eles desenvolveram o conhecimento matemático, pois utilizaram os conhecimentos prévios para modelar as situações envolvendo os robôs.

Figura 93 – Esquema sobre o Percurso do Estudo de Aula até a Modelagem Matemática



Fonte: Elaborada pela Pesquisadora.

Esse processo formativo possibilitou aos estagiários e também aos alunos do Ensino Médio que realizassem a investigação matemática e elaborassem modelos matemáticos. Alcançamos um resultado não previsto inicialmente na pesquisa, o de trabalhar com a Modelagem Matemática a partir do contexto do estudo de aula com robótica educacional. Desse modo, tanto futuros professores quanto os estudantes tiveram que mobilizar seus conhecimentos e habilidades para solucionar tarefas abertas, investigativas e identificar os conceitos matemáticos necessários para desenvolver o processo de resolução. Em algumas situações tiveram que "identificar ou construir um modelo para que possam gerar respostas adequadas" (BRASIL, 2018, p. 535).

Em vista disso, compreendemos que os futuros professores construíram o conhecimento didático, na perspectiva da prática educativa, sobre a condução de aulas para favorecer o desenvolvimento da capacidade dos alunos em fazer conexões através da Modelagem Matemática.

Ainda sobre o conhecimento da prática educativa, os futuros professores planejaram as aulas coletivamente, seguiram a abordagem exploratória mediada pela tecnologia. Eles construíram tarefas desafiadoras e materiais didáticos de apoio. Construíram conhecimento relativo à organização e condução da sala de aula de Matemática e a construção de um contexto que favoreceu a aprendizagem com a robótica educacional como ferramenta promotora de um ensino *inovador*.

Com relação ao conhecimento dos alunos e de suas aprendizagens, os estagiários foram conhecendo os alunos, seus gostos, interesses, dificuldades e como desenvolviam suas aprendizagens, portanto, desenvolveram conhecimento relativo ao pensamento matemático dos alunos e o modo como aprendem matemática e robótica educacional. Esse conhecimento foi se construindo à medida que desenvolviam segurança e confiança em si mesmos para interagir com os alunos, responder suas dúvidas e auxiliar na aprendizagem. As análises e reflexões realizadas colaborativamente, durante as sessões de reflexão, também ajudaram nesse aspecto.

Durante toda a ação formativa, os estagiários construíram e programaram diferentes robôs. Construíram e aprofundaram seus conhecimentos científicos-tecnológicos, como a programação para os principais movimentos dos robôs, movimento e ação de sensores (ultrassônico, cor, luz e toque), robôs com dois *Bricks*, e via *Bluetooth*. Desse modo, consideramos que os futuros docentes desenvolveram uma certa fluência tecnológica com a robótica educacional. Além disso, planejaram, testaram e construíram diferentes tarefas investigativas e exploratórias para as aulas de investigação. Ao longo das aulas de investigação, foram desenvolvendo um saber da e na prática sobre o melhor tipo de tarefa e como envolver os alunos na ação. Foram construindo um conhecimento sobre como explorar a tecnologia para promover um ambiente interativo, dinâmico, criativo, motivador e favorável para a aprendizagem dos alunos.

O olhar colaborativo sobre as aulas de investigação permitiu que os estagiários refletissem sobre a própria prática. Ao observar as aulas dos colegas, a partir de sua reflexão aprofundada, bem como da reflexão do grupo, os estagiários mudaram a sua prática para as suas aulas de investigação. Eles fizeram reflexões para a prática das próximas aulas, fizeram sugestões, mudanças e adaptações nas aulas de investigação, de acordo com o conhecimento desenvolvido nas aulas anteriores. Essas reflexões contribuíram para uma nova perspectiva da identidade docente.

Entendemos que essa pesquisa é uma *inovação* pedagógica com TDIC e estudo de aula no Curso de Licenciatura em Matemática no contexto do Estágio Supervisionado I, porque gera uma proposta que evidencia que é preciso avançar, é preciso construir outros ambientes de aprendizagem com TDIC, com robótica educacional em outros contextos, outras situações de aprendizagem, para contribuir para que o futuro professor transforme sua cultura digital no sentido da autonomia, da criatividade, do pensamento crítico e de empoderamento. Precisamos repensar o Projeto Político Pedagógico do Curso, no sentido de fazer com que a cultura digital proposta no currículo seja de fato implementada pelos professores, que contribua na formação de professores de Matemática inovadores. O currículo ainda representa um aglomerado de

disciplinas que acontecem como ilhas, isoladas entre si. Precisamos fazer com que as disciplinas interajam entre si e com a realidade da escola para que os conteúdos façam sentido aos futuros professores.

Compreendemos que outras práticas *inovadoras* virão, que substituirão os *kits LEGO*® por outros materiais, como a robótica livre, que utiliza materiais de baixo custo, o uso do Arduíno, das simulações, da *internet das coisas*, dentre tantos outros possíveis. Ainda podemos nos perguntar como podemos realizar um trabalho com robótica educacional *on-line*? Ou, como podemos implementar outras TDIC como ferramentas de ensino numa abordagem *on-line*?

Precisamos avançar no desenvolvimento do estudo de aula, aprofundar na sistematização, organização e regularização do processo. Criar outros ambientes de aprendizagem com estudo de aula no Curso de Licenciatura em Matemática, para que contribuam para que o futuro docente desenvolva sua criatividade, construa um processo pedagógico centrado em seus alunos e suas aprendizagens, que desenvolva reflexões sobre e para a sua prática. No contexto atual, outros cenários estão em discussão: Como se daria o estudo de aula no contexto do ensino híbrido? Como podemos desenvolver o estudo de aula no contexto do ensino *on-line*?

Resgatando a *experiência*, na perspectiva de Larrosa (2002b, p. 26, grifo nosso), "se a experiência é o que nos acontece, e se o sujeito da experiência é um território de passagem, então a experiência é uma *paixão*". Foram os estagiários os principais responsáveis para que a *experiência* lhes ocorresse, assim, acreditamos que a ação formativa permitiu que esses estagiários passassem por *experiências* que provocaram a construção de novos conhecimentos. E esperamos que, mais tarde, esses futuros docentes desenvolvam ações educativas centradas nos seus alunos, que foquem sua atenção em suas aprendizagens, estratégias e dúvidas, que reflitam sobre e para a prática, buscando mudanças para contribuir com a melhoria do processo de ensino-aprendizagem da Matemática. Nessa concepção, acreditamos que para alguns estagiários a ação formativa não foi algo que passou pelas suas vidas, mas foi algo que lhes passou, que lhes aconteceu, que os tocou, os provocou para sair da situação de conforto e se deslocar de antigas *perspectivas*. Esses futuros professores da *paixão*, se permanecerem nesse caminho, se se permitirem abertura à *inovação*, novas portas se abrirão, novas *experiências* e novos trabalhos colaborativos ocorrerão. Acreditamos que eles levaram lembranças das reflexões e das discussões do grupo e da própria *experiência* com os robôs e com os alunos, como momentos marcantes e que promoveram possibilidades de construção de conhecimentos.

REFERÊNCIAS

ABBAGNANO, N. **Dicionário de filosofia**. Trad. BOSI, A. 5. ed. São Paulo: Martins Fontes. 2007.

ACCIOLI, R. M. **Robótica e as transformações geométricas**: um estudo exploratório com alunos do Ensino Fundamental. 2005. 223 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Curso de Mestrado em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2005.

ALEXANDRINO, T. M. **Uma discussão sobre robótica educacional no contexto do modelo TPACK para professores que ensinam matemática**. 2017. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias) – Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2017.

ALIMISIS, D. Prologue. *In*: ALIMISIS, D. (ed.) **Teacher education on robotics-enhanced constructivist pedagogical methods**. School of pedagogical and technological education (ASPETE). p. 7-9, 2009.

ALIMISIS, D.; KYNIGOS, C. Constructionism and robotics in education. **Teacher education on robotic-enhanced constructivist pedagogical methods**. School of pedagogical and technological education (ASPETE). p. 11–26, 2009.

ALMEIDA, M. I. Desenvolvimento profissional docente: uma atribuição que também é do sindicato. *In:* REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 23., 2000, Caxambu. ***Anais***.... Caxambu: ANPED, 2000. Disponível em: http://23reuniao.anped.org.br/textos/0412t.PDF. Acesso em: 02 fev. 2021.

ALVES, D. B**. Modelagem matemática no contexto da cultura digital:** uma perspectiva de educar pela pesquisa no curso de técnico em meio ambiente integrado ao Ensino Médio. 2017. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

ALVES, D. B. *et al.* A produção de modelos Matemáticos a partir da robótica educacional no contexto do Ensino Médio. *In:* FALEIRO, W; VIVEIRO, A. A.; ASSIS, M. P. (org.) **Inovação & letramento científico:** caminhos e descobertas no ensino de ciências da natureza. Goiânia: Kelps, 2020. p. 445-462. https://doi.org/10.5540/03.2020.007.01.0341

ALVES, R. Gaiolas e asas. *In*: **Opinião. Folha de São Paulo.** Disponível em: https://www1.folha.uol.com.br/fsp/opiniao/fz0512200109.htm. Acesso em: 20 abr. 2021.

AMIEL, T.; AMARAL, S. F. Nativos e imigrantes: questionando o conceito de fluência tecnológica docente. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Porto Alegre, RS, v. 21, n. 3, p. 1-11, mar.2013. https://doi.org/10.5753/RBIE.2013.21.03.1

ANDRADE, J. A. A. O papel das narrativas na aprendizagem da docência: um enfoque no aspecto das interações humanas. **Rev. Educ. PUC-Camp**., Campinas, SP, 18(3):311-326, set./dez., 2013. p. 311-326. https://doi.org/10.24220/2318-0870v18n3a2367

ANGEL-FERNANDEZ, J. M.; VINCZE, M. Introducing storytelling to educational robotic activities. *In:* **Proceedings** of EDUCON2018 - IEEE Global Engineering Education Conference. IEEE, 2018a. https://doi.org/10.1109/EDUCON.2018.8363286

ANGEL-FERNANDEZ, J. M.; VINCZE, M. Towards a formal definition of educational robotics. *In*: ZECH, P.; PIATER, J. (ed.). **Proceedings** of THE AUSTRIAN ROBOTICS WORKSHOP 2018. 1 ed. Universität Innsbruck, ISBN 978-3-903187-22-1. 2018b. https://doi.org/10.15203/3187-22-1-08

ANGEL-FERNANDEZ, J. M. *et al.* **Best practice and requirements.** TU Wien, University of Athens, ESI, Cardiff University, AcrossLimits and Certicos, Deliverable, 2016. Disponível em: https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5a5c833b9&appId=PPGMS. Acesso em: 22 fev. 2021.

ARROYO, M. G. **Ofício de mestre:** imagens e auto-imagens. 15. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2013.

ÁVILA, G. Legendre e o postulado das paralelas. *In:* **Revista do Professor de Matemática**, v. 22, 1992.

BALL, D. L.; THAMES, M. H.; PHELPS, G. Content knowledge for teaching: What makes It special? *In***: Inovação & letramento científico**: caminhos e descobertas no ensino de ciências da natureza, 59, p. 389 – 407. 2008. https://doi.org/10.1177/0022487108324554

BAPTISTA, M. *et al*. Aprendizagens profissionais de professores dos primeiros anos participantes num estudo de aula. **Educ. rev.**, Belo Horizonte, v. 30, n. 4, p. 61-79, Dec. 2014. https://doi.org/10.1590/S0102-46982014000400004

BARBOSA, F. C. **Educação e robótica educacional na escola pública:** as artes do fazer. 2011. 182 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

BARBOSA, F. C. **Rede de aprendizagem em robótica:** uma perspectiva educativa de trabalho com jovens. 2016. 366 f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

BRANCO, E. P.; ADRIANO, G.; ZANATTA, S. C. Educação e TDIC: contextos e desafios das aulas remotas durante a pandemia da COVID-19. **Debates em Educação**, Maceió, AL, v. 12, p. 328-350, dez. 2020. ISSN 2175-6600. https://doi.org/10.28998/2175-6600.2020v12nEsp2p328-350

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem Matemática**. São Paulo: Contexto, 2002. 389 p.

BASSANEZI, R. C. **Modelagem Matemática:** teoria e prática. São Paulo: Contexto, 2015.

BATISTA, C. C. **O estudo de aula na formação de professores de matemática para ensinar com tecnologia:** a percepção dos professores sobre a produção de conhecimento dos alunos. 2017. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2017.

BELLONI, M. L. Ensaio sobre a educação a distância no Brasil. **Educ. Soc.**, Campinas, SP, v. 23, n. 78, p. 117-142, abr. 2002. https://doi.org/10.1590/S0101-73302002000200008

BEZERRA, R. C.; MORELATTI, M. R. M. Lesson study: discutindo o processo formativo da prática à prática. *In*: **Anais** do XIII CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO - EDUCERE. Lesson study: discutindo o processo formativo da prática à prática. 2017. (Congresso). p. 17779-17788. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/22983_12225.pdf. Acesso em: 10 fev. 2021.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem matemática no ensino.** 5. ed. 5ª reimpressão. São Paulo: Ed. Contexto, 2018.

BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem na educação matemática e na ciência.** São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2016.

BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem no Ensino Fundamental**. Blumenau: Edifurb, 2014.

BOAVIDA, A M.; PONTE, J. P. da. Investigação colaborativa: potencialidades e problemas. *In:* GTI (org.). **Reflectir e investigar sobre a prática profissional**. Lisboa: APM, 2002. p. 43-55.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria dos métodos. Lisboa: Porto, 1994.

BOTTENTUIT JUNIOR, J. B.; ALBUQUERQUE, O. C. P.; COUTINHO, C. P. Whatsapp e suas aplicações na educação: uma revisão sistemática da literatura, *In:* **Laboratório de Pesquisa em Tecnologias da Informação e da Comunicação** – LATEC/UFRJ, v. 10 – n. 2 – maio/ago. 2016. Disponível em: http://www.latec.ufrj.br/revistas/index.php?journal=educaonline&page=article&op=view&path%5B%5D=824. Acesso em: 25 jan. 2021.

BOTTI, M. C.; VIEIRA, J. M. F. Formação continuada de professores da rede municipal de Londrina: possibilidades e desafios. *In:* MELLO, D. E. (org.) **Reflexões e experiências didáticas com tecnologias digitais,** 1. ed. Londrina, PR: Editora Madrepérola, 2020. p. 32-58.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 14 abr. 2021.

BRASIL. Decreto nº 7.219, de 24 de junho de 2010. **Dispõe sobre o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência** – Pibid e dá outras providências. Brasília, DF, 2010.

BURROUGHS, E. A.; LUEBECK, J. L. Pre-service teachers in mathematics lesson study. **The Montana Mathematics Enthusiast**, v. 7, n. 2–3, p. 391–400, 2010. Disponível em: https://pdfs.semanticscholar.org/8ec2/f6feb2b0f808fefa49ef377ec20474328ea9.pdf. Acesso em: 12 fev. 2020.

CAMARGO, P. S. A. S. **Representações sociais de professores da educação de jovens e adultos –** EJA sobre sua formação docente e a afetividade no processo de ensino-aprendizagem.

2015. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.

CAMPOS, F. R. **Robótica pedagógica e inovação educacional:** uma experiência no uso de novas tecnologias na sala de aula. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação, Arte e História da Cultura) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2005.

CÉSAR, D. R. **Potencialidades e limites da robótica pedagógica livre no processo de (re)construção de conceitos científico-tecnológicos a partir do desenvolvimento de artefatos robóticos.** 2009. 135 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

CÉSAR, D. R. **Robótica pedagógica livre:** uma alternativa metodológica para a emancipação sociodigital e a democratização do conhecimento. 2013. 220 f. Tese (Doutorado em Difusão do Conhecimento) – Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

CHELLA, M. T. **Ambiente de robótica para aplicações educacionais com superlogo**. 2002. 186 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e de Computação) – Curso da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas, SP, Campinas, 2002.

CIRÍACO, K. T.; MORELATTI, M. R. M.; PONTE, J. P. da. Professoras iniciantes em grupo colaborativo: contributos da reflexão ao ensino de geometria1 (Beginning teachers in a collaborative group: reflextion inputs for teaching geometry). **Zetetiké,** Campinas, SP, v. 24, n. 2, p. 249-268, maio/ago. 2016. https://doi.org/10.20396/zet.v24i2.8646521

COELHO, F. G. **A metodologia da lesson study na formação de professores:** uma experiência com licenciados de matemática. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

CORCORAN, D. Learning from lesson study: power distribution in a community of practice. *In: In:* HART, L. C.; ALSTON, A.; MURATA, A. (ed.), **Lesson study research and practice in mathematics education**, p. 251-266, 2011. https://doi.org/10.1007/978-90-481-9941-9

CORTELLA, M. S. **A escola e o conhecimento**: fundamentos epistemológicos e políticos. 15. ed. São Paulo: Cortez, 2016.

CUADRADO, L. E. I.; RIESCO, A. M.; LÓPEZ, F. D. L. P. Artie: an integrated environment for the development of affective robot Tutors. **Frontiers in Computational Neuroscience**, v. 10, article 77, Aug. 2016. https://doi.org/10.3389/fncom.2016.00077

CURCIO, C. P. C. **Proposta de método de robótica educacional de baixo custo.** 2008. 101 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Tecnologia) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Tecnologia, Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento – Lactec, Curitiba, 2008.

DALLA VECCHIA, R. **A modelagem matemática e a realidade do mundo cibernético**. 2012. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2012.

DALLA VECCHIA, R; MALTEMPI, M. V. O modelo na modelagem matemática na realidade do mundo cibernético. *In*: **Acta Scientiae**, v. 16, n. 4, p. 199-201, 2014.

DAY, C. **Desenvolvimento profissional de professores:** os desafios da aprendizagem permanente. Trad. FLORES, M. A. Porto Editora: Porto, Portugal. 1999.

DELGADO, C.; BROCARDO, J.; OLIVEIRA, H. Investigar as práticas do professor num contexto de trabalho colaborativo: potencialidades e desafios. Mediações. **Revista *On-line* da Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Setúbal**, Portugal, v. 2, n. 3, 2014.

DEMO, P. Aprendizagens e novas tecnologias. *In.:* **Revista Brasileira de Docência, Ensino e Pesquisa em Educação Física**, v. 1, n. 1, p. 53-75, 2009.

D`AMBROSIO, U. **Educação matemática:** da teoria à prática. 19. ed. São Paulo: Papirus, 1996.

D`AMBROSIO, U. Entrevista com o professor Ubiratan D'Ambrosio. **Dialogia**. São Paulo, v. 6, p. 15-20. 2007. Disponível em: https://periodicos.uninove.br/dialogia/article/download/1097/836. Acesso em: 20 maio 2021.

D`AMBROSIO, U. **Etnomatemática:** arte ou técnica de explicar e conhecer. São Paulo: Ática, 1998a.

D`AMBROSIO, U. Tempo da escola e tempo da sociedade. *In.:* SERBINO, R. V. *et al.* (org.) **Formação de professores.** São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1998b. p. 239-250.

D`AMBROSIO, U. **Transdisciplinaridade.** 2. ed. São Paulo: Palas Athena, 1997. 174 p.

DUARTE, J.; BARROS, A. **Métodos e técnicas de pesquisa em comunicação.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

DUARTE, R.; BARROS, J. F.; MIGLIORA, R. Sentidos da cultura digital para a educação. *In:* FONTOURA, H. A (org.). **Políticas públicas, movimentos sociais**: desafios à Pós-graduação em Educação em suas múltiplas dimensões. Rio de Janeiro: ANPEd Nacional, 2011. Disponível em: http://www.fe.ufrj.br/anpedinha2011/livro3.pdf. Acesso em: 29 set. 2017.

FERNANDEZ, J. M. A.; VINCZE, M. Towards a formal definition of educational robotics. *In.* ZECH, P; PIATER, J. (ed). **Proceedings** of the AUSTRIAN ROBOTICS WORKSHOP 2018. Innsbruck: Innsbruck University Press, 2018. p. 37-42.

FERNÁNDEZ, M. L.; ZILLIOX, J. Investigating approaches to lesson study in prospective mathematics teacher education. *In:* HART, L. C.; ALSTON, A.; MURATA, A. (ed.), **Lesson study research and practice in mathematics education:** learning together. New York: Springer, p. 85-102, 2011. https://doi.org/10.1007/978-90-481-9941-9.

FERREIRA, N. S. de A. As pesquisas denominadas "estado da arte". **Educ. Soc.**, Campinas, SP, v. 23, n. 79, p. 257-272, ago. 2002. https://doi.org/10.1590/S0101-73302002000300013

FINO, C. N. Inovação pedagógica: significado e campo (de investigação). *In*: MENDONÇA, A.; BENTO, A. V. (org). **Educação em tempo de mudança** (pp. 277-287). 2008. Funchal: Grafimadeira. Disponível em: http://www3.uma.pt/carlosfino/publicacoes/Inovacao_Pedadogica_Significado_%20e_Campo.pdf. Acesso em: 11 abr. 2021.

FINO, C. N. Investigação e inovação (em educação). *In.:* FINO, C. N.; SOUSA, J. M. **Pesquisar para mudar (a educação).** pp.29-48. Funchal: Universidade da Madeira – CIE-UMa. 2011. Disponível em: http://www3.uma.pt/carlosfino/publicacoes.htm. Acesso em: 11 abr. 2021.

FIORENTINI, D. Pesquisar práticas colaborativas ou pesquisar colaborativamente? *In:* BORBA, M. de C.; ARAÚJO, J. de L. (org.). **Pesquisa qualitativa em educação matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2013. p. 53-85.

FIORENTINI, D; CRECCI, V. Desenvolvimento profissional docente: um termo guarda-chuva ou um novo sentido à formação? **Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação Docente**, Belo Horizonte, v. 5, n. 8, p.11-23, jan/jun. 2013. Disponível em: https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8647773. Acesso em: 25 jan. 2021.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em educação matemática:** percursos teóricos e metodológicos. Campinas: Autores associados, 2006.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa.** 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FONÇATTI, M. C.; MORELATTI, M. R. M. A lesson study como contexto para o estágio das licenciaturas em Matemática: por que utilizá-la? *In:* **Educere et Educere** (versão eletrônica), v. 1, p. 1-17, 2019.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia:** saberes necessários à prática educativa. 41. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2010. 146 p.

FREIRE, P. A Educação na Cidade. São Paulo: Cortez, 1991.

FREIRE, P.; SHOR, I. **Medo e ousadia** – o cotidiano do professor. Trad. LOPEZ, A. Revisão técnica de OLIVEIRA, L. L. de. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1986.

FUJII, T. Designing and adapting tasks in lesson planning: a critical process of lesson study. **ZDM Mathematics Education**, 48, 411–423, 2016. https://doi.org/10.1007/s11858-016-0770-3

FUJII, T. Lesson study and teaching mathematics through problem solving: the two wheels of a cart. *In:* QUARESMA, M. *et al.* (ed.), **Mathematics lesson study around the world:** theoretical and methodological issues (ICME 13 mo, pp. 1–21). Cham: Springer. 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-319-75696-7_1

GADOTTI, M. Perspectivas atuais da educação. **São Paulo Perspec.**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 03-11, Jun. 2000. https://doi.org/10.1590/S0102-88392000000200002

GATTI, B. A. A formação inicial de professores para a Educação Básica: as licenciaturas. *In:* **Revista USP**, São Paulo, n. 100, dez/jan/fev. 2013. p. 33-46. https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i100p33-46

GATTI, B. A. Formação de professores no Brasil: características e problemas. *In.:* **Educação & Sociedade,** Centro de Estudos Educação e Sociedade Campinas, v. 31, n. 113, out./dez., p. 1355-1379. 2010. https://doi.org/10.1590/S0101-73302010000400016

GATTI, B. A. (coord.); BARRETO, E. S. S. **Professores do Brasil:** impasses e desafios. Brasília: UNESCO, 2009.

GATTI, B. A. *et al.* **Atratividade da carreira docente no Brasil.** Relatório final. São Paulo: Fundação Victor Civita. 2009.

GERE, C. **Digital culture**. 2. ed. London: Reaktion Books Ltda, 2008.

GHEDIN, E. A Pesquisa como Eixo Interdisciplinar no Estágio e a Formação do Professor Pesquisador- Reflexivo. Olhar de Professor, v. 7, n. 2, 5 fev. 2004. https://doi.org/10.5212/OlharProfr.v.7.1403

GONZÁLEZ REY, F. L. A pesquisa e o tema da subjetividade em educação. **Psicologia da Educação**, n. 13, 2º sem. 2001. Disponível em: https://revistas.pucsp.br/index.php/psicoeduca/article/view/32815. Acesso em: 25 jun. 2018.

GONZÁLEZ REY, F. L. G. **Subjetividade, complexidade e pesquisa em Psicologia**. São Paulo: Thomson, 2005.

GRANDO, R. C. O. Concepções quanto ao uso de jogos no ensino da Matemática. **Revista de Educação Matemática**, v. 10, p. 45-52, 2007.

GRANDO, N. I.; BALKE, M. E. Investigação matemática na sala de aula: tratamento da informação no Ensino Fundamental. **Zetetike**, Campinas, SP, v. 21, n. 2, p. 9–35, 2014. https://doi.org/10.20396/zet.v21i40.8646586

HUANG, R.; ZBIEK, R. M. Prospective secondary mathematics teacher preparation and technology. *In:* **The mathematics education of prospective secondary teachers around the world.** 2016. p. 17-23. https://doi.org/10.1007/978-3-319-38965-3

JENKINS, H. **Cultura da convergência**. São Paulo: Aleph, 2008.

KENSKI, V. M. Cultura digital. *In:* MILL, D. (org.). **Dicionário crítico de educação e tecnologias e de educação a distância.** Campinas: Editora Papirus, 2018. p. 139-143.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias:** o novo ritmo da informação. 8. ed. Campinas: Papirus, 2012. 141 p.

KENSKI, V. M. T**ecnologia e tempo docente.** Campinas: Papirus, 2013. 171 p.

KIM, C. *et al*. Robotics to promote elementary education pre-service teachers' STEM engagement, learning, and teaching. *In:* **Computers & Education.** v. 91, p. 14-31, Dec. 2015. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.08.005

KISHIMOTO, T. M. (Org.). **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação** [livro eletrônico]. São Paulo: Cortez, 2017.

KONIJN, E. A.; HOORN, J. F. Robot tutor and pupils' educational ability: teaching the times tables. **Comput. Educ**. 2020, 157, 103970. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103970

LABEGALINI, A. C. **A construção da prática pedagógica do professor:** o uso do Lego/robótica na sala de aula. 2007. 124 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Curso de Mestrado em Educação, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2007.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Técnicas de pesquisa:** planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. São Paulo: Atlas, 1982.

LARROSA, J. Notas sobre a experiência e o saber de experiência. **Revista Brasileira de Educação**, Campinas, SP, v. 19, p. 20-28, jan. 2002a. https://doi.org/10.1590/S1413-24782002000100003

LARROSA, J. **Pedagogia profana:** danças, piruetas e mascaradas. Trad. VEIGA-NETO, A. 5. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2013.

LARROSA, J. Tecnologias do eu e educação. *In:* SILVA, T. T. da (org.). **O sujeito da educação:** estudos foucaultianos. 5. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002b. p. 35-86.

LÉVY, P. **A inteligência coletiva:** por uma antropologia do ciberespaço. 10. ed. São Paulo: Loyola, 2015.

LÉVY, P. **Cibercultura**. Trad. COSTA, C. I. São Paulo: Ed. 34, 1999.

LEWIS, C.; PERRY, R. R. Lesson study with mathematical resources: a sustainable model for locally-led teacher professional learning. **Mathematics Teacher Education and Development**, v. 16, n. 1, p. 22-42, 2014. Disponível em: https://www.merga.net.au/ojs/index.php/mted/article/view/205/193. Acesso em: 28 jan. 2021.

LOBO, A. F. T. M. **Clube de robótica da Escola Secundária de Francisco Franco:** estudo etnográfico. 2019. Tese (Doutoramento em Ciências da Educação) – Departamento de Ciências da Educação, Faculdade de Ciências Sociais, Universidade da Madeira, 2019.

LOPES, E. M. C. **Integração de mídias na disciplina de geometria analítica em um curso de graduação em matemática**. 2019. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

LOURO, G. L. **Gênero, sexualidade e educação:** uma perspectiva pós-estruturalista. Rio de Janeiro: Vozes, 1997.

LUCIANO, A. P. G. **A robótica educacional e a plataforma arduino:** estratégias construcionistas para a prática docente. 2017. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2017.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação:** abordagens qualitativas. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2018.

MACIEL JUNIOR, P. F. **Uma proposta de estudo da autonomia docente de professores de ciências e de matemática em exercício**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

MAHMUD, D. A. **O uso de robótica educacional como motivação a aprendizagem de matemática.** Dissertação (Mestrado Profissional) – Sociedade Brasileira de Matemática – SBM, Fundação Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2017.

MALIUK, K. D. **Robótica educacional como cenário investigativo nas aulas de Matemática**. 2009. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

MARCÃO, C. I. C. **Robots & necessidades educativas especiais:** o desenho de uma oficina de formação para a aplicação da robótica educativa em contexto inclusivo. 2017. Tese (Doutorado em Ciências de Educação) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2017.

MARCELO, C. Desenvolvimento profissional docente: passado e futuro. **Sísifo:** Revista de Ciências da Educação, n. 8, p. 7-22, 2009. Disponível em: http://www.unitau.br/files/arquivos/category_1/MARCELO___Desenvolvimento_Profissional_Docente_passado_e_futuro_1386180263.pdf. Acesso em: 20 jan. 2021.

MARTINS, A. R. de Q. **Uma experiência de utilização da robótica educacional como provocadora do estado de Flow visando potencializar a capacidade de resolução de problemas e a criatividade**. 2017. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2017.

MARTINS, C.; SANTOS, L. O programa de formação contínua em Matemática como contexto favorável para o desenvolvimento da capacidade de reflexão de professores do 1.º ciclo. **Quadrante**, [*s. l.*], v. 21, n. 1, p. 95–120, 2012. DOI: 10.48489/quadrante.22870. Disponível em: https://quadrante.apm.pt/article/view/22870. Acesso em: 25 fev. 2021.

MATARIĆ, M. Robotics education for all ages, **Proceedings**, AAAI SPRING SYMPOSIUM ON ACCESSIBLE, Hands-on AI and robotics education**,** Palo Alto, CA, Mar. 22-24, 2004.

MATARIĆ, M. J. **Introdução à Robótica**. Trad. FERASOLI FILHO, H; SILVA, J. R.; ALVES, S. F. dos R. 1 ed. São Paulo: Editora Unesp: Blucher, 2014.

MATHIAS, C. V.; TONET, L. G. Moodle: Ambiente Virtual de Aprendizagem. *In:* **1º SIMPÓSIO NACIONAL DA FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA**, Brasília, 2013.

MEYER, J. F. C. A. Modelagem matemática: o desafio de se 'fazer' a matemática da necessidade… **Com a Palavra o Professor***,* Vitória da Conquista, BA, v. 5, n. 11, p. 156-165, jan./abr. 2020. https://doi.org/10.23864/cpp.v5i11.559

MEYER, J. F. C. A.; CALDEIRA, A. D.; MALHEIROS A. P. S. **Modelagem em educação matemática.** Belo Horizonte: Autêntica, 2011.

MIRANDA, L. C. **RoboFácil:** especificação e implementação de artefatos de *hardware* e *software* de baixo custo para um kit de robótica educacional. 2006. Dissertação (Mestrado em Informática) – Instituto de Matemática, Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

MORAES, M. C. **Robótica educacional:** socializando e produzindo conhecimentos matemáticos. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação e Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2010.

MOURA, C. B.; MENEZES, M. V. Mudando de opinião: análise de um grupo de pessoas em condição de re-escolha profissional. **Revista Brasileira de Orientação Profissional**, São Paulo, SP, v. 5, n. 1, jun. 2004. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-33902004000100004&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 22 set. 2020.

MURATA, A. Introduction: conceptual overview of lesson study. *In:* HART, L. C.; ALSTON, A. S.; MURATA, A. (ed.). **Lesson study research and practice in mathematics education**. New York: Springer, 2011. p. 1-12. https://doi.org/10.1007/978-90-481-9941-9_1

MURATA, A.; POTHEN, B. E. Lesson study in preservice elementary mathematics methods courses: connecting emerging practice and understanding. *In:* HART, L. C.; ALSTON, A. S.; MURATA, A. *In:* **Lesson study research and practice in mathematics education:** learning together, New York: Springer, 2011. p. 103-116. https://doi.org/10.1007/978-90-481-9941-9

NÓVOA, A. Relação escola – sociedade: "novas respostas para um velho problema". *In:* SERBINO, R. V. *et al.* (org.). **Formação de professores.** São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1998. p. 239-250.

OLIVEIRA, D. S. **Formação continuada de professores para inovação pedagógica por meio da robótica educacional na Escola Estadual Presidente Kennedy**. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

OLIVEIRA, I.; SERRAZINA, L. **A reflexão e o professor como investigador.** 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/260942853_A_reflexao_e_o_professor_como_investigador. Acesso em: 24 mar. 2021.

PÁDUA, E. M. M. **Metodologia da Pesquisa**. Abordagem teórico-prática. Coleção Magistério: Formação e Trabalho Pedagógico. 10. ed. Ver. e atual. Campinas-SP: Papirus, 2004.

PAPERT, S. **A máquina das crianças:** repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artmed, 2008.

PAPERT, S. **Logo:** computadores e educação. São Paulo: Editora Brasiliense, 1985.

PASSOS, R. C. **Curso semipresencial de formação docente em robótica educacional para suplementação curricular de Matemática para alunos com altas habilidades ou superdotação do Ensino Fundamental II**. 2017. Dissertação (Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão) – Instituto de Biologia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2017.

PAZUCH, V.; BATTISTI, I. K.; NEHRING, C. M. Contribuições da investigação matemática para o processo de ensinar e aprender matemática com tecnologia informática. *In*: **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 6(3), p. 54-62, 2011. Disponível em: https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID159/v6_n3_a2011.pdf. Acesso em: 22 fev. 2018.

PEREIRA, G. M. R. **Cálculo diferencial e integral no curso de agronomia**: uma perspectiva de trabalho de projetos com modelagem matemática e tecnologias digitais de informação e comunicação. 2019. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar.** Trad. RAMOS, P.C. Porto Alegre: Artmed, 2000. 192 p.

PESSOA, F. **Mensagem.** Disponível em: http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/pe000004.pdf. Acesso em: 11 out. 2021.

PETEROSSI, H. G.; ITOCAZU, N. A. As novas tecnologias de informação e a prática docente. *In:* PETEROSSI, H. G.; MENESES, J. G. C. (org.). **Revisitando o saber e o fazer docente**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005. p. 103-113.

PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. L. **Estágio e docência.** 8. ed. São Paulo: Cortez, 2017. 310 p.

PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. L.; COSTA, E. A. S. Estágio supervisionado e tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC) em cursos de licenciatura. *In*: PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. L. **Estágio e docência.** 8. ed. São Paulo: Cortez, 2017. p. 207-232.

PINTO, M. C. **Aplicação de arquitetura pedagógica em curso de robótica educacional com *hardware* livre.** 2011. 158 f. Dissertação (Mestrado em Informática) – Programa de Pós-Graduação em Informática, Instituto de Matemática, Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.

PONTE, J. P. da. A formação do professor de matemática: passado, presente e futuro. *In:* **Educação matemática:** caminhos e encruzilhadas. ENCONTRO INTERNACIONAL EM HOMENAGEM A PAULO ABRANTES, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 14-15 Jul. 2005a.

PONTE, J. P. da. A vertente profissional da formação inicial de professores de matemática. **Educação Matemática em Revista**, São Paulo, SP, n. 11a, p. 3-8, 2002. Disponível em: http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/02-Ponte%20(SBEM).pdf. Acesso em: 15 jul. 2020.

PONTE, J. P. da. Da formação ao desenvolvimento profissional. *In:* **Actas do ProfMat98** (pp. 27-44). Lisboa: APM. 1998. Disponível em: http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/artigos-por-temas.htm. Acesso em: 21 mar. 2020.

PONTE, J. P. da. Estudiando el conocimiento y el desarrollo profesional del profesorado de matemáticas. *In:* PLANAS, N. (ed.) **Teoría, crítica y práctica de la educación matemática.** Barcelona: Graó, 2012. p. 83-98. Disponível em: https://repositorio.ul.pt/handle/10451/29194?locale=en. Acesso em: 02 fev. 2020.

PONTE, J. P. da. Gestão curricular em matemática. *In:* GTI (ed.) **O professor e o desenvolvimento curricular.** Lisboa: APM, 2005b. p. 11-34. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/242643133_Gestao_curricular_em_Matematica. Acesso em: 3 fev. 2020.

PONTE, J. P. da. Investigar, ensinar e aprender. *In:* ENCONTRO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA (PROFMAT), 2003, Lisboa. **Actas do ProfMat...** Lisboa: APM, 2003. p. 25-39. Disponível em: http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/03-Ponte(Profmat).pdf. Acesso em: 10 abr. 2021.

PONTE, J. P. da. Lesson studies in initial mathematics teacher education. **International Journal for Lesson and Learning Studies**, v. 6, n. 2, p. 169-181, 2017. https://doi.org/10.1108/IJLLS-08-2016-0021

PONTE, J. P. da. O desenvolvimento profissional do professor de matemática. *In*: **Educação e Matemática**, n. 31, 3º trimestre de 1994.

PONTE, J. P. da. Tecnologias de informação e comunicação na formação de professores: que desafios? **Revista Ibero-americana de Educação**, n. 24, p.63-90, 2000. https://doi.org/10.35362/rie240997

PONTE, J. P. da; BROCARDO, J.; OLIVEIRA, H. **Investigações Matemáticas na sala de aula**. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

PONTE, J. P. da; CHAPMAN, O. Prospective mathematics teachers' learning and knowledge for teaching. *In*: ENGLISH, L.; KIRSHNER, D. (ed.) **Handbook of international research in mathematics education.** 3rd ed. New York: Routledge, 2016.

PONTE, J. P. da; OLIVEIRA, H.; VARANDAS, J. M. O contributo das tecnologias de informação e comunicação para o desenvolvimento do conhecimento e da identidade profissional. *In:* FIORENTINI, D. **Formação de professores de matemática:** explorando novos caminhos com outros olhares. Campinas: Mercado de Letras, 2003. p. 159-192. Disponível em: http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/DOCS-PT/01%20Ponte-Oli-Var(TIC-Brasil).doc. Acesso em: 20 jun. 2020.

PONTE, J. P. da; QUARESMA, M. A. F. As discussões matemáticas na aula exploratória como vertente da prática profissional do professor. **Revista da Faculdade de Educação** (Universidade do Estado de Mato Grosso), Cáceres, MT, v. 23, n. 1, p. 131-150, 2015. Disponível em: https://periodicos.unemat.br/index.php/ppgedu/article/view/1092. Acesso em: 10 abr. 2018.

PONTE, J. P. da; SERRAZINA, L. Práticas profissionais dos professores de Matemática. **Quadrante**, *[s. l.]*, v. 13, n. 2, p. 51–74, 2004. DOI: 10.48489/quadrante.22780. Disponível em: https://quadrante.apm.pt/article/view/22780. Acesso em: 13 jan. 2021.

PONTE, J. P. da; SERRAZINA, L. Professores e formadores investigam a sua própria prática: o papel da colaboração. **Zetetike**, Campinas, SP, v. 11, n. 2, p. 9–55, 2009. DOI: 10.20396/zet.v11i20.8646956. Disponível em: https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8646956. Acesso em: 11 mar. 2021.

PONTE, J. P. *et al.* Exercícios, problemas e explorações: perspectivas de professoras num estudo de aula. **Quadrante**, v. XXIV, n. 2, 2015.

PONTE, J. P. *et al*. O estudo de aula como processo de desenvolvimento profissional de professores de Matemática. **Bolema**, Rio Claro, SP, v. 30, n. 56, p. 868-891, dez. 2016. https://doi.org/10.1590/1980-4415v30n56a01

PONTE, J. P. *et al.* O trabalho do professor numa aula de investigação matemática. **Quadrante**, [*s. l.*], v. 7, n. 2, p. 41–70, 1999. DOI: 10.48489/quadrante.22709. Disponível em: https://quadrante.apm.pt/article/view/22709. Acesso em: 1 abr. 2021.

PONTE, J. P. *et al*. **Por uma formação inicial de professores de qualidade.** 2000. Disponível em: http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/00-Ponte-etc(CRUP).doc. Acesso em: 04 set. 2020.

POTARI, D. Response to part II: emerging issues from lesson study approaches in prospective mathematics teacher education. *In:* HART, L. C.; ALSTON, A.; MURATA, A. (ed.), **Lesson study research and practice in mathematics education**, p. 127–132, 2011. https://doi.org/10.1007/978-90-481-9941-9_10

POTARI, D.; PONTE, J. P. da. Current research on prospective secondary mathematics teachers' knowledge. *In*: **The mathematics education of prospective secondary teachers around the world,** p. 3-15, 2016. https://doi.org/10.1007/978-3-319-38965-3

PRADO, C. *et al.* Ambiente virtual de aprendizagem no ensino de enfermagem: relato de experiência. **Revista Brasileira de Enfermagem**, Brasília, set/out, 65(5): 862-6, 2012. https://doi.org/10.1590/S0034-71672012000500022

PRENSKY, M. **Nativos digitais, imigrantes digitais**. 2001. Disponível em: https://goo.gl/oiowH3. Acesso em: 29 set. 2020.

PRETTO, N. L.; ASSIS, A. Ensaio: cultura digital e educação: redes já! *In:* PRETTO, N. L.; SILVEIRA, S. A. (org.) **Além das redes de colaboração:** internet, diversidade cultural e

tecnologias do poder. [*on-line*]. Salvador: EDUFBA, 2008. p. 75-83. ISBN 978-85-2320-889-9. https://doi.org/10.7476/9788523208899

QUARESMA, M. **O estudo de aula como processo de desenvolvimento profissional de professores de matemática**: duas experiências no ensino básico. 2018. 198 p. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2018.

QUARESMA, M.: PONTE, J. P. da. Comunicação, tarefas e raciocínio: aprendizagens profissionais proporcionadas por um estudo de aula. **Zetetiké,** v. 23, n. 44, p. 297-310, 2015. https://doi.org/10.20396/zet.v23i44.8646540

QUARESMA, M.; PONTE, J. P. da. Dinâmicas de reflexão e colaboração entre professores do 1° ciclo num estudo de aula em Matemática. **Bolema**, Rio Claro, SP, v. 33, n. 63, p. 368-388, abr. 2019. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-636X2019000100368&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 14 abr. 2021. https://doi.org/10.1590/1980-4415v33n63a18

QUARESMA, M.; PONTE, J. P. da. Participar num estudo de aula: a perspectiva dos professores. **Boletim do GEPEM,** n. 71, p. 98 -113. 2017. https://doi.org/10.4322/gepem.2017.039

QUARESMA, M. *et al*. O estudo de aula como processo de desenvolvimento profissional. *In:* PONTE, J. P. da. *et al*. (org.). **Práticas profissionais dos professores de matemática.** Portugal: Projeto P3m, 2014. p. 410-425. Disponível em: https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/15310/1/P3M.pdf. Acesso em: 16 maio. 2018.

RESNICK, M. Sowing the Seeds for a More Creative Society**. Learning & leading with technology**, Dec./Jan. 2007–08, International Society for Technology in Education, 18-22. Disponível em: https://web.media.mit.edu/~mres/papers/Learning-Leading.pdf. Acesso em: 20 fev. 2021.

RIBEIRO, M. J. B.; PONTE, J. P. da. A formação em novas tecnologias e as concepções e práticas dos professores de Matemática. **Quadrante,** 9(2), p. 3-26, 2000.

ROCHA, R. **Utilização da robótica pedagógica no processo de ensino aprendizagem de programação de computadores.** 2006. 116 f. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) – Curso de Mestrado em Educação Tecnológica, Centro Federal e Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

RODARTE, A. P. M. **A robótica como auxílio à aprendizagem da matemática:** percepções de uma professora do Ensino Fundamental público. 2014. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação) – Programa de Pós-Graduação Profissional em Educação, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

SALES, A.: SOUZA, A. P. O *software* graphmatica e a investigação matemática: alguns resultados. *In:* **Anais** do 11º ENIC, 2013. Disponível em: https://anaisonline.uems.br/index.php/enic/article/view/2144. Acesso em: 23 fev. 2018.

SANTANA, E.; PONTE, J. P. da.; SERRAZINA, M. L. Conhecimento didático do professor de matemática à luz de um processo formativo. **Bolema**, Rio Claro, SP, v. 34, n. 66, p. 89-109, abr. 2020. https://doi.org/10.1590/1980-4415v34n66a05

SANTOS, E. A. A. **Contribuição para o estudo da aprendizagem da matemática e da programação em comunidades virtuais de prática com foco no uso de robots como mediadores da aprendizagem**. 2012. Tese (Doutorado em Matemática) – Universidade da Madeira, Funchal, 2012.

SANTOS, J. P. D. **Utilizando o ciclo da experiência de Kelly para analisar visões de ciência e tecnologia de licenciandos em física quando utilizam a robótica educacional**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2016.

SANTOS, K. E.; TORRES, P. L.; BEHRENS, M. A. A produção do conhecimento em educação na teoria se converte em mudança na prática pedagógica? *In*: MELLO, D. E. (org.) **Reflexões e experiências didáticas com tecnologias digitais**. 1. ed. Londrina, PR: Editora Madrepérola, 2020. p. 32-58.

SANTOS, L. S. dos. **O Professor e a Prática Pedagógica no Contexto da Cultura Digital.** XVI ENDIPE - Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino – UNICAMP, Campinas, SP, 2012.

SCHÖN, D. Formar professores como profissionais reflexivos. *In:* NÓVOA, A. (org.) **Os professores e a sua formação**. Lisboa: D. Quixote e IIE, 1992.

SHULMAN, L. S. Knowledge and teaching: foundations of a new reform. **Harvard Educational Review,** Harvard, v. 57, n. 1, p. 1-22, 1987. https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411

SHULMAN, L. S. Those who understand: knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, n. 15, p. 4-14, 1986. https://doi.org/10.3102/0013189X015002004

SILVA, A. **O ensino de funções lineares:** uma abordagem construtivista/construcionista por meio do *Kit LEGO® Mindstorms.* 2014. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) – Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional, Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2014.

SILVA, J. F. S. **Robótica aplicada à educação:** uma análise do pensar e fazer dos professores egressos do curso oferecido pelo município de João Pessoa-PB. 2017. Dissertação (Mestrado em Formação de Professores) – Programa de Pós-Graduação em Formação de Professores, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017.

SILVA JUNIOR, L. A. **O discurso de professores de ciências relativo ao uso da robótica educacional na cidade do Recife**. 2019. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019.

SILVA, M. R. **Experiência com robótica educacional no estágio-docência**: uma perspectiva inventiva para formação inicial dos professores de matemática. 2020. Tese (Doutorado em

Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.

SILVESTRE, A. I.; PONTE, J. P. da. Tarefas de investigação e novas tecnologias no ensino da proporcionalidade. **Educação e Cultura Contemporânea**, *5*(9) (Maio). 2008. Disponível em: https://repositorio.ul.pt/handle/10451/3969. Acesso em: 22 fev. 2018.

SOUTO, R. M. A.; PAIVA, P. H. A. A. A pouca atratividade da carreira docente: um estudo sobre o exercício da profissão entre egressos de uma licenciatura em matemática. **Pro-Posições**, Campinas, SP, v. 24, n. 1, p. 201-224, abr. 2013. https://doi.org/10.1590/S0103-73072013000100013

SOUZA, C. F. **Cascatas de órbitas homoclínicas para um equilíbrio sela-foco**. 2004. 76f. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Matemática, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2004.

SOUZA, C. F. **Separação de raízes de polinômios**. 1997. Monografia (Especialização em Matemática) – Especialização em Matemática pelo Departamento de Matemática, Universidade Federal de Goiás, Catalão, 1997.

SOUZA, C. F.; SOUZA JUNIOR, A. J.; BARBOSA, F. C. A interseção da robótica educacional e a matemática na formação inicial de professores: reflexões acerca das conexões matemáticas. *In:* **Livro de Atas** do ENCONTRO DE INVESTIGAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA (EIEM 2019), 2019. p. 387-400.

SOUZA, C. F. *et al.* Uma experiência com robótica educacional no ensino superior. *In:* **Anais** II CONGRESSO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS E FORMAÇÃO DE PROFESSORES. 2019. p. 1665-1680. Disponível em: http://cecifop.sistemasph.com.br/index.php/cecifop/CECIFOP2019/paper/view/330/638. Acesso em: 29 mar. 2019.

SOUZA, J. M.; FINO, C. N. As TIC abrindo caminho a um novo paradigma educacional. *In*: **Educação e Cultura Contemporânea**, v. 5, n. 10, p. 11-26, 2008.

SOUZA JUNIOR. A. J. **Trabalho coletivo na universidade:** trajetória de um grupo no processo de ensinar e aprender cálculo diferencial e integral. 2000. 323f. Tese (Doutorado em Matemática) – Faculdade de Matemática, Universidade de Campinas, Campinas, 2000.

STIGLER, J. W.; HIEBERT, J. **The Teaching Gap.** New York, NY: Free Press. 1999.

STROEYMEYTE, T. S. da L. **Currículo, tecnologias e alfabetização científica:** uma análise da contribuição da robótica na formação de professores. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação: Currículo) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2015.

STRUTCHENS, M. E. Current research on prospective secondary mathematics Teachers' field experiences. *In*: **The mathematics education of prospective secondary teachers around the world,** 2016, p. 33-44. https://doi.org/10.1007/978-3-319-38965-3

STRUTCHENS, M. E. *et al.* Summary and looking ahead. *In:* **The mathematics education of prospective secondary teachers around the world.** 2016, p. 45-47. https://doi.org/10.1007/978-3-319-38965-3

TOMAZ, V. S.; DAVID, M. M. M. S. **Interdisciplinaridade e aprendizagem da matemática em sala de aula**. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2013. (Coleção Tendências em Educação Matemática).

TONUS, M. **Interações digitais:** uma proposta de ensino de radiojornalismo por meio das TIC. 2007. Tese (Doutorado em Multimeios) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

TRIVELATO, G. C. **Técnicas de modelagem e simulação de sistemas dinâmicos.** São José dos Campos: INPE, 2003 (Nota Técnica).

TUFANO, W. Contextualização. *In:* FAZENDA, I. C. (org.) **Dicionário em construção:** interdisciplinaridade. São Paulo: Cortez, 2002. p. 40-41.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS. Departamento de Matemática. **PROJETO PEDAGÓGICO DE CURSO: curso de Licenciatura em** Matemática, Universidade Federal de Goiás, Campus Catalão. 2008a. Disponível em: https://mat.catalao.ufg.br/up/506/o/PPC_MAT_CAC_UFG_ABRIL_2011.pdf. Acesso em: 21 jun. 2018a.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS. Departamento de Matemática. **REGULAMENTO GERAL DE ESTÁGIO CURRICULAR OBRIGATÓRIO E NÃO-OBRIGATÓRIO DO CURSO DO DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA,** Campus Catalão, Universidade Federal de Goiás, Campus Catalão. 2008b. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/506/o/regulamento_de_est%C3%A1gio_mat_cac_definitivo2009.pdf. Acesso em: 01 set. 2020.

VALLE, I. R. Carreira do magistério: uma escolha profissional deliberada? *In:* **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos***,* Brasília, DF, v. 87, n. 216, p. 178-187, ago. 2006. https://doi.org/10.24109/2176-6681.rbep.87i216.792

VARELA, C. D. A. **A robótica educacional na escola indígena:** inovações na formação de professores. 2017. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação e Novas Tecnologias) – Programa de Pós-Graduação em Educação e Novas Tecnologias, Centro Universitário Internacional Escola Superior de Educação, Curitiba, 2017.

YU, P. W. D. Lesson study as a framework for preservice teachers' early field-based experiences. *In:* HART, L. C.; ALSTON, A.; MURATA, A. (ed.), **Lesson study research and practice in mathematics education**, p. 127–132, 2011. https://doi.org/10.1007/978-90-481-9941-9_9

ZILLI, S. R. **A robótica educacional no Ensino Fundamental:** perspectivas e prática. 2004. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

ANEXO A – DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO COPARTICIPANTE

DECLARAÇÃO DA INSTITUIÇÃO CO-PARTICIPANTE

Declaro estar ciente que o Projeto de Pesquisa "***ESTUDOS DE AULA DE MATEMÁTICA COM ROBÓTICA EDUCACIONAL***" será avaliado por um Comitê de Ética em Pesquisa e concordar com o parecer ético emitido por este CEP, conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial a Resolução CNS 466/12. Esta Instituição está ciente de suas co-responsabilidades como instituição co-participante do presente projeto de pesquisa, e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos Participantes da pesquisa, nela recrutados, dispondo de infra-estrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem-estar.
Autorizo os(as) pesquisadores(as) Arlindo José de Souza Júnior (orientador) e Cthistiane da Fonseca Souza (doutoranda) realizarem a(s) etapa(s) de aulas investigativas de matemática com Robótica Educacional no Laboratório de Simulação de Mecanismos da IMTec, sendo que iremos aplicar questionários, realizar entrevistas, analisar os documentos produzidos pelos alunos da disciplina de Estágio Supervisionado I do curso de Licenciatura em Matemática, cujas aulas serão gravadas em áudio e vídeo, utilizando-se da infra-estrutura desta Instituição.

Em 07/02/2018.

Thiago Porto de Almeida Freitas
Unidade Acadêmica Especial de Matemática (IMTec)
Chefe da IMTec

07/02/18

José dos Reis Vieira de Moura Júnior
Coordenador do Laboratório de Simulação de Mecanismos
Professor da IMTec

19/02/18

Prof. Dr. Fernando da Costa Barbosa
Coordenador de Estágio da Lic. de Matemática Presencial
Portaria - MEC / IFG Nº 11 de 01/02/17

APÊNDICE A – METADADOS DOS ESTUDOS ANALISADOS NOS ANOS DE 2002 A 2020.

Pesquisador(a)	Título	Orientador(a)	Programa de Pós-Graduação	Instituição	Ano	Nível
Marco Túlio Chella	Ambiente de robótica para aplicações educacionais com SuperLogo	Mauro Sérgio Miskulin	Faculdade de Engenharia Elétrica e da Computação – FEEC	Universidade Estadual de Campinas – Unicamp	2002	Mestrado
Aliete Ceschin Labegalini	A construção da prática pedagógica do professor: o uso do LEGO/Robótica na sala de aula	Dilmeire Sant'Anna Ramos Vosgerau	Programa de Pós-Graduação da Pontifícia Universidade Católica do Paraná	Pontifícia Universidade Católica do Paraná	2007	Mestrado
Christina Paula de Camargo Curcio	Proposta de método de robótica educacional de baixo custo	Gilson Paulillo	Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Tecnologia	Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC) e Instituto de Engenharia do Paraná (IEP)	2008	Mestrado
Danilo Rodrigues Cesar	Potencialidades e limites da robótica pedagógica livre no processo de (re)construção de conceitos científico-tecnológicos a partir do desenvolvimento de artefatos robóticos	Teresinha Froes Burnham	Programa de Pós-Graduação em Educação	Universidade Federal da Bahia	2009	Mestrado
Marcos de Castro Pinto	Aplicação de arquitetura pedagógica em curso de robótica educacional com *hardware* livre	Marcos da Fonseca Elia	Programa de Pós-Graduação em Informática	Universidade Federal do Rio de Janeiro	2011	Mestrado
Danilo Rodrigues César	Robótica pedagógica livre: uma alternativa metodológica para a emancipação sociodigital e a democratização do conhecimento	Orientadora: Teresinha Froes Burnham Coorientador: Luciano Sergio Ventin Bomfim	Programa de Pós-Graduação em Difusão do Conhecimento	Universidade Federal da Bahia	2013	Doutorado
Tatiana Souza da Luz Stroeymeyte	Currículo, Tecnologias e Alfabetização Científica: uma	Maria da Graça Moreira da Silva	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo	2015	Mestrado

	análise da contribuição da robótica na formação de professores					
João Paulo da Silva Santos	Utilizando o ciclo da experiência de Kelly para analisar visões de ciência e tecnologia de licenciandos em Física quando utilizam a robótica educacional	Orientador: Alexandro Cardoso Tenório Coorientador: Michael Lee Sundheimer	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências	Universidade Federal Rural de Pernambuco	2016	Mestrado
Ana Paula Giacomassi Luciano	A robótica educacional e a plataforma Arduino: estratégias construcionistas para a prática docente	Orientadora: Polonia Altoé Fusinato Coorientador: Luciano Carvalhais Gomes	Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática	Universidade Estadual De Maringá	2017	Doutorado
Dimitri Alli Mahmud	O uso de robótica educacional como motivação a aprendizagem de Matemática	Simone de Almeida Delphim Leal	Mestrado Profissional de Matemática – PROFMAT	Fundação Universidade Federal do Amapá	2017	Mestrado
Jéssica Ferreira Souza da Silva	Robótica aplicada à educação: uma análise do pensar e fazer dos professores egressos do curso oferecido pelo município de João Pessoa-PB	Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro Moita	Programa de Pós-Graduação em Formação de Professores	Universidade Estadual da Paraíba	2017	Mestrado
Thiago Melo Alexandrino	Uma discussão sobre robótica educacional no contexto do modelo TPACK para professores que ensinam Matemática	Luciane Mulazani dos Santos	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias	Universidade do Estado de Santa Catarina	2017	Mestrado
Percy Fernandes Maciel Junior	Uma proposta de estudo da autonomia docente de professores de Ciências e de Matemática em exercício	João Amadeus Pereira Alves	Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	2017	Mestrado

Cândida Dolores Antunes Varela	A robótica educacional na escola indígena: inovações na formação de professores	Germano Bruno Afonso	Programa de Pós-Graduação - Mestrado Profissional em Educação e Novas Tecnologias	Centro Universitário Internacional Escola Superior de Educação	2017	Mestrado
Ramieri da Cunha Passos	Curso semipresencial de formação docente em robótica educacional para suplementação curricular de Matemática para alunos com altas habilidades ou superdotação do Ensino Fundamental II	Cristina Maria Carvalho Delou	Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão	Universidade Federal Fluminense	2017	Mestrado
Denilton Silveira de Oliveira	Formação continuada de professores para inovação Pedagógica por meio da robótica educacional na Escola Estadual Presidente Kennedy	Luciane Terra dos Santos Garcia	Programa de Pós-Graduação em Educação	Universidade Federal do Rio Grande do Norte	2019	Mestrado
Luiz Alberto da Silva Junior	O discurso de professores de ciências relativo ao uso da robótica educacional na cidade do Recife	Orientador: Marcelo Brito Carneiro Leão Coorientadora: Anna Rita Sartore	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências	Universidade Federal Rural de Pernambuco	2019	Doutorado
Marcos Roberto Da Silva	Experiência com robótica educacional no estágio-docência: uma perspectiva inventiva para formação inicial dos professores de Matemática	Arlindo José de Souza Júnior	Programa de Pós-Graduação em Educação	Universidade Federal de Uberlândia	2020	Doutorado

Fonte: Elaborado pela Pesquisadora

APÊNDICE B – MODELO DE RELATÓRIO

Curso: Licenciatura em Matemática
Disciplina: Estágio Supervisionado I
Alunos:

Relatório
Título:
Aulas: Data das aulas que estão sendo tratadas neste relatório

Parte 1) ***Introduzir***: Aqui você deve descrever a proposta da aula. Descrever o seu robô (se não tiver um nome, pode-se atribuir um), sua estrutura física e sua finalidade. Contextualize o seu robô, apresentando situações cotidianas de uso dos protótipos reais etc. Objetivo geral da aula.

Parte 2) ***Investigar***: Resolva as questões:

a) Programe seu robô Grua Móvel para deslocar 70 cm, utilizando rotações, em linha reta na área demarcada. Utilize o Brick 1 para esse movimento. Descreva o procedimento adotado. Lembre-se de efetuar todos os cálculos usados durante o experimento (Mostre os cálculos exatos para o percurso percorrido).

b) Programe seu robô Grua Móvel para virar à direita e depois deslocar 28 cm, utilizando rotações. Utilize o Brick 1 para esse movimento. Assim, sua grua estará em frente a um edifício em construção. Descreva o procedimento adotado. Lembre-se de efetuar todos os cálculos usados durante o experimento (Mostre os cálculos exatos para o percurso percorrido).

c) Programe o guindaste do seu robô Grua Móvel para virar à esquerda, utilizando rotações, levantar a viga e leva-la até o último andar do edifício. Utilize o Brick 2 para esse movimento. Descreva o procedimento adotado. Lembre-se de efetuar todos os cálculos usados durante o experimento (Mostre os cálculos exatos para o percurso percorrido).

d) Tente responder as questões levantadas em sala de aula no dia 04/05.

Parte 3) ***Generalizar***: Busque pela generalização dos resultados obtidos na parte 2. Lembre-se de justificar seus resultados.

Parte 4) ***Concluir***: Apresente sua avaliação crítica a respeito da aula e da tarefa proposta. Apresente sua avaliação autocrítica a respeito de sua atuação na aula de hoje. Responda questões do tipo: O que mais gostou? O que teve mais dificuldade? Qual sua sugestão para contornar o problema e/ou melhorar a atividade? O que você aprendeu com a aula? O que é o mais importante dessa aula de hoje? O que você já sabia e foi utilizado? E o que foi novidade para você? Quais conhecimentos adquiridos anteriormente você utilizou na aula de hoje? **Se o relatório for feito em grupo, esta parte deve ser individual, ou seja, separe as respostas com os nomes dos respondentes.**

Parte 5) ***Referências***: quando for o caso, inclua os sites pesquisados, os livros e artigos utilizados etc. Utilize as Normas da ABNT para citações e referência.

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO 1

Questionário sobre a disciplina Estágio Supervisionado I

Este questionário é sobre a cultura digital dos alunos da disciplina de Estágio Supervisionado I, oferecida pelo Prof. Fernando da Costa Barbosa no ano letivo de 2018, pela Universidade Federal de Catalão.

*Obrigatório

1. Endereço de e-mail *

2. Qual apelido você gostaria de ser chamado na pesquisa? *

3. Você estudou ensino fundamental em qual rede: *

   Marcar apenas uma oval.

   - ◯ Municipal
   - ◯ Estadual
   - ◯ Federal
   - ◯ Particular

4. Quais foram as suas experiências educativas com Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) enquanto estudante do Ensino Fundamental? *

5. Você estudou ensino médio em qual rede: *

   Marcar apenas uma oval.

   - ◯ Municipal
   - ◯ Estadual
   - ◯ Federal
   - ◯ Particular

6. Quais foram as suas experiências educativas com Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) enquanto estudante do Ensino Médio? *

7. O que o levou a escolher o curso de licenciatura em Matemática? *

8. Quais são as suas experiências educativas com Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) enquanto estudante de Graduação? *

9. Qual sua idade quando ganhou seu primeiro celular? *

10. Qual sua idade quando ganhou seu primeiro computador? *

11. Quando ganhou o primeiro vídeo game? Qual? *

12. Onde você mora? *

13. Com quem você mora? *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Familiares
- ◯ Amigos
- ◯ Sozinho
- ◯ Outro: _____

14. Você tem computador em casa? *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sim
- ◯ Não

15. Qual tipo? *

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Desktop
- ☐ Notebook/netbook
- ☐ Tablet
- ☐ Smartphone
- ☐ nenhum
- Outro: ☐ _____

16. Para quê você usa o computador? *

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Jogos
- ☐ Messenger
- ☐ Facebook
- ☐ Pesquisas
- Outro: ☐ _____

17. De onde você acessa a internet? *

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Em casa
- ☐ Do aparelho móvel
- ☐ Da universidade
- ☐ Lan house
- ☐ Trabalho
- Outro: ☐ _____

18. O quanto você usa de 3g/4g?

Marcar apenas uma oval.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Zero porcento do tempo	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	100% do tempo

19. O quanto você usa wifi/adsl?

Marcar apenas uma oval.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Zero porcento do tempo	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	100% do tempo

20. Quais recursos da internet você utiliza em suas pesquisas? *

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Sites de busca(google, Yahoo, etc)
- ☐ Videos
- ☐ Blogs
- ☐ Twitter
- ☐ Yahoo respostas

Outro: ☐ _____

21. Alguém te ensinou a fazer pesquisa na internet? *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sim
- ◯ Não

22. Onde você aprendeu fazer pesquisa na internet?

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Nas aulas regulares na escola
- ☐ Na universidade
- ☐ Em casa
- ☐ Amigos
- ☐ Lan House

Outro: ☐ _____

23. Quais softwares você domina? *

Marque todas que se aplicam.

- [ ] Editores de texto
- [ ] Editores de tabela
- [ ] Editores de apresentação
- [ ] Softwares específicos para as disciplinas da universidade
- [ ] Editores de audio e vídeo
- [ ] Editores de imagem
- [ ] Software de programação
- [ ] Outro: _____

24. Você fez algum curso de informática? *

Marcar apenas uma oval.

- ◯ Sim
- ◯ Não
- ◯ Outro: _____

25. Se sim, qual ou quais?

_____

_____

_____

_____

_____

26. Qual linguagem de programação você domina? *

Marque todas que se aplicam.

- [ ] C++
- [ ] Java
- [ ] Flash
- [ ] Outro: _____

27. Você lê livros?

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sim	Não
Impressos	◯	◯
Digitais	◯	◯

28. Em suas tarefas da universidade em que grau você utiliza livros? *

Marcar apenas uma oval.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Nenhum	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	Acesso prioritário e diário

29. Em suas tarefas da universidade em que grau você utiliza Jornais? *

Marcar apenas uma oval.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Nenhum	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	Acesso prioritário e diário

30. Em suas tarefas da universidade em que grau você utiliza Internet? *

Marcar apenas uma oval.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Nenhum	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	Acesso prioritário e diário

31. Em que grau você utiliza Internet para jogos? *

Marcar apenas uma oval.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Nenhum	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	Acesso prioritário e diário

32. Em que grau você utiliza Internet para acesso as redes sociais? *

Marcar apenas uma oval.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Nenhum	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	Acesso prioritário e diário

33. Em qual grau você utiliza Internet para aprender coisas novas? *

Marcar apenas uma oval.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Nenhum	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	◯	Acesso prioritário e diário

34. Que tipo de informação você procura aprender na internet? *

Marque todas que se aplicam.

- [ ] Assuntos das disciplinas da universidade
- [ ] Tecnologia
- [ ] Moda
- [ ] Relacionamento

Outro: [ ] _____

35. Qual uso das redes sociais?

Marque todas que se aplicam.

- [ ] Conhecer amigos
- [ ] conversas
- [ ] Acessar informações da escola
- [ ] Conhecimento
- [ ] Diversão

36. Para você, qual a importância das TDIC no processo de ensinar e aprender Matemática?

_____

37. O que você espera aprender ao participar deste projeto de robótica educacional em seu estágio?

_____

38. Você já deu aulas alguma vez? Se sim, como foi? Quanto tempo de experiência docente?

_____

39. Para você, o que é uma aula investigativa?

40. Para você, o que é uma aula investigativa de matemática?

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO 2

1 - Em qual faixa etária você se encaixava em março de 2018:

( ) até 20 anos

( ) de 21 a 30 anos

( ) de 31 a 40 anos

( ) acima de 41 anos

2 – Qual era seu estado civil em março de 2018?

( ) solteiro(a) ( ) casado(a) ( ) divorciado(a) ( ) viúvo(a)

3 – Você trabalhava em março de 2018?

( ) Não ( ) Sim. Onde?_____

4 – Quantas horas por dia? _____

5 – Ano que concluiu o Ensino Médio: _____

APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO 3

Bom dia! Você me ajuda respondendo mais algumas perguntas para minha pesquisa? Pode ser com suas próprias palavras.

1 – Qual a importância das Tecnologias Digitais para o ensino de Matemática? Justifique.

2 – Apenas para quem NUNCA atuou no ensino de Matemática. Você utilizaria as Tecnologias Digitais para o ensino de Matemática quando for professor? Descreva uma situação possível.

3 – Apenas para quem JÁ atuou no ensino de Matemática. Você já utilizou as Tecnologias Digitais para o ensino de Matemática? Descreva uma situação.

4 – Após vivenciar a experiência da robótica durante o estágio, qual a importância da robótica para o ensino de matemática? Justifique.

Pode ser por escrito ou em áudio, aqui mesmo pelo *Whatsapp*.

APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO 4

Estava lendo sua entrevista e relatórios para a pesquisa e fiquei com uma dúvida. Você poderia me responder? Se preferir, pode ser em áudio que eu faço a transcrição.

1 - Geralmente o trabalho do professor no planejamento das aulas e seleção ou elaboração de tarefas é individual. O que você achou de trabalhar o planejamento das aulas do estágio em grupo (você e XXX)? Como um ajudou o outro? Sozinho é mais fácil ou não?

2 – O que você achou de melhorar ou refinar o planejamento das aulas por todo grupo (todos os estagiários, professor e eu)? Melhorou a sua proposta de aula?

3 - E o que achou sobre a aula seguir uma abordagem exploratória e investigativa, diferente da aula tradicional?

4 – O que você acha que aprendeu no processo descrito acima?

5 – Qual a importância do planejamento?

APÊNDICE G – QUESTIONÁRIO 5

1 – Como foi utilizado o grupo do *WhatsApp* para ajudar na disciplina Estágio Supervisionado I? O que nós discutíamos no grupo?

2 – O grupo ajudou?

3 – Como você classificaria o uso do *WhatsApp* para a disciplina?

APÊNDICE H – QUESTIONÁRIO 6

Você poderia responder estas perguntinhas sobre a turma virtual da disciplina no SIGAA? Pode ser em áudio e eu transcrevo aqui. Se quiser falar algo mais, pode acrescentar.

1 – Até iniciar a disciplina de Estágio Supervisionado I, você já teve alguma experiência de aprendizagem anterior, utilizando algum ambiente virtual de aprendizagem como o Moodle, por exemplo, ou outra plataforma (diferente do SIGAA)? Se sim, qual?
2 - Como você percebeu o ambiente virtual de aprendizagem (a turma virtual no SIGAA) para a disciplina de Estágio Supervisionado I?
3 – A turma virtual da disciplina Estágio Supervisionado I era:
( ) Organizada ou ( ) Desorganizada
( ) Fácil navegação ( ) Difícil navegação
( ) Experiência positiva ( ) Experiência negativa
4 – Outros professores do curso utilizam a turma virtual do SIGAA como ambiente de aprendizagem ou apenas para lançamento de frequências e notas? Se sim, como foi a experiência?

APÊNDICE I – ROTEIRO DE ENTREVISTA

Parte 1: Motivação

1. Você quer ser professor?
2. O que o levou a querer ser professor?
3. Qual ou quais experiências formativas na Educação Básica o motivaram na escolha da profissão?
4. Você foi motivado por alguém ou algum familiar?
5. Você se identifica com o curso escolhido?
6. Quais as principais dificuldades encontradas no curso? Já pensou em desistir? Por que?
7. Você já teve alguma experiência de docência antes do Estágio Supervisionado I? Qual?

Parte 2: Robótica Educacional – Aprendizagem 1º semestre

1. Você já conhecia os *kits LEGO*® antes do Estágio Supervisionado I? Como foi?
2. Essa experiência lhe ajudou nas atividades do Estágio Supervisionado I?
3. A proposta do Estágio Supervisionado I lhe causou algum estranhamento ou medo inicial? Pensou em desistir? Por que?
4. Como foi o primeiro semestre do Estágio Supervisionado I para você?
5. Você teve dificuldades? Quais?
6. O que mais gostou de fazer durante o primeiro semestre? O que não gostou de fazer?
7. Para você, quais as possibilidades da investigação matemática com a robótica?
8. Qual foi o robô que mais lhe atraiu? Por que?
9. Qual o robô mais ofereceu possibilidades de explorar a parte de construção, programação e investigação matemática?

Parte 3: Sequência Didática (SD)

1. Qual a SD planejada por seu grupo? Quantas aulas foram dadas?
2. Qual o maior desafio encontrado no planejamento?
3. Como a investigação matemática foi pensada para essa SD?
4. Como foram suas aulas? Aconteceram conforme planejamento?
5. Como foi a participação dos alunos? Quais dificuldades tiveram?
6. O que ficou nítido sobre a aprendizagem (RE e matemática) dos alunos?
7. Como os alunos procederam na investigação matemática?

8. Quais conceitos matemáticos eles desenvolveram?
9. Houve aprendizagem? Como você percebeu?

Parte 4: Estudo de aula

1. Como foi a análise dos estagiários que auxiliaram na sua SD?
2. A análise da turma fez com que você mudasse sua SD antes dela acontecer?
3. Como foi a análise da turma após sua SD? Foi relevante?
4. O que foi dito quanto a aprendizagem dos alunos durante sua SD?
5. A análise da turma ficou focada no aluno, na aprendizagem ou no ensino? PQ?
6. Após a análise da turma você replicaria a SD ou faria algum ajuste? Qual? PQ?
7. O que você compreendeu a respeito do Estudo de aula?
8. Nós conseguimos aplica-lo nesta proposta? Por que?
9. Você acha que ele funcionou nesta situação? Deveria ocorrer alguma mudança para que funcione?
10. Em qual outra situação de formação inicial ele poderia funcionar?

Parte 5: Formação profissional

1. O que você apreendeu durante o estágio?
2. O que mais te marcou? Positivo e negativo
3. O que você levará contigo para sua futura profissão?
4. Quais as principais contribuições do ESI para sua formação?
5. Você acha que a RE pode contribuir no processo de ensino aprendizagem matemática? Como?
6. Você se sente seguro para desenvolver um curso de RE com alunos da EB em uma escola?
7. Você replicaria esse curso ou faria mudanças? Quais?
8. Você acha que a investigação matemática pode contribuir no processo de ensino aprendizagem? Como?
9. Você utilizaria a investigação matemática na Educação Básica? Como?
10. O Estudo de aula poderia ser implementado na Educação Básica? Como?
11. Quais contribuições poderia trazer para o processo de formação do professor?

APÊNDICE J – MODELO DO TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada "***Estudos de Aula de Matemática com Robótica Educacional***", sob a responsabilidade dos pesquisadores Arlindo José de Souza Júnior (orientador), Universidade Federal de Uberlândia, Crhistiane da Fonseca Souza (doutoranda), Universidade Federal de Goiás (UFG), Regional Catalão.

Nesta pesquisa estamos buscando investigar o processo de produção e implementação de estudos de aula de Matemática com Robótica Educacional junto aos licenciandos de Matemática, durante o processo de formação inicial, utilizando a Robótica Educacional, no processo de ensinar e aprender Matemática. Dentre os benefícios que você terá ao participar do projeto será participar de atividades de construção e programação de robôs utilizando os *kits* Lego, vai aprender a produzir seus próprios robôs, desenvolvendo a habilidade de autoria a partir do contato com novas tecnologias, terá a oportunidade de realizar uma reflexão crítica sobre as tecnologias na educação.

Na sua participação, você vivenciará aulas investigativas de matemática com Robótica Educacional, utilizando os Kits Lego Mindstorms Education NXT, em Laboratórios da IMTec, sendo que estas aulas serão registradas em áudio e vídeo. Todo material de áudio e vídeo produzido, após a sua transcrição será desgravado. Você será submetido a questionários, entrevistas, bem como disponibilizará os trabalhos produzidos para a disciplina. Em nenhum momento você será identificado. Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim a sua identidade será preservada. Você não terá nenhum gasto nem ganho financeiro por participar na pesquisa. Os riscos consistem em **apenas a um grau moderado de identificar o sujeito da pesquisa. Ainda assim, apesar de existir o risco da identificação do participante da pesquisa, os pesquisadores se comprometem a manter sigilo desta identidade, dentre outras coisas, tomando medidas como edição de todas as imagens, vídeos e áudios utilizados a fim de preservá-los e os pesquisadores se comprometem a utilizar pseudônimos e outras ações que julgarem necessárias (ou que os próprios sujeitos da pesquisa julguem) para minimizar o risco de identificação.** Os benefícios serão **que você participará de um projeto diferente no cotidiano da universidade, possibilitando contato com novos saberes e as tecnologias.**

Você é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem qualquer prejuízo ou coação. Até o momento da divulgação dos resultados, você também é livre para solicitar a retirada dos seus dados da pesquisa. Uma via original deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você. Em caso de qualquer dúvida ou reclamação a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com: Crhistiane da Fonseca Souza, via e-mail (crhistfsouza@gmail.com) e, inclusive, sob forma de ligação a cobrar, através do(s) seguinte(s) contato(s) telefônico(s): (64)3441-5316 e (64) 3441-5320. Você poderá também entrar em contato com o CEP - Comitê de Ética na Pesquisa com Seres Humanos na Universidade Federal de Uberlândia, localizado na Av. João Naves de Ávila, nº 2121, bloco A, sala 224, *campus* Santa Mônica – Uberlândia/MG, 38408-100; telefone: 34-3239-4131. O CEP é um colegiado independente criado para defender os interesses dos participantes das pesquisas em sua integridade e dignidade e para contribuir para o desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos conforme resoluções do Conselho Nacional de Saúde.

Uberlândia, ... de ..... de 20.....

_____

Assinatura do(s) pesquisador(es)

Eu aceito participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

_____

Assinatura do participante da pesquisa

APÊNDICE K – MODELO DO PLANO DE AULA

<table>
<tr><td colspan="3">INSTITUIÇÃO:
PROFESSOR SUPERVISOR:
ESTAGIÁRIO(A):
TURMA: 1ª série do Ensino Médio</td></tr>
<tr><td>Nº DA AULA: 1</td><td>DATA:</td><td>CARGA HORÁRIA: 50 min</td></tr>
<tr><td colspan="3">TEMA CENTRAL:
Contextualizando as funções afins</td></tr>
<tr><td colspan="3">EXPECTATIVAS DE APREDIZAGEM: (pense nos conteúdos que serão trabalhados na sua aula e o que o aluno deverá aprender. Para dúvidas, procure pelo currículo referência do estado)</td></tr>
<tr><td colspan="3">CONTEÚDO:
Funções afins.</td></tr>
<tr><td colspan="3">PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS/ORIENTAÇÃO DIDÁTICA: (explique como vai acontecer a sua aula.)</td></tr>
<tr><td colspan="3">ESTRATÉGIAS/RECURSOS: (materiais utilizados)</td></tr>
<tr><td colspan="3">AVALIAÇÃO: (toda aula deve ser avaliada)
Participação e envolvimento dos alunos no grupo, durante a aula e os conteúdos apresentados, compreensão das atividades apresentadas.</td></tr>
<tr><td colspan="3">REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:
Seguir as Normas da ABNT.</td></tr>
<tr><td colspan="3">ANEXO
Colocar aqui as notas de aula que serão escritas no quadro ou entregues ao aluno, os slides que serão apresentados durante a aula, etc. Coloque as possíveis perguntas, dúvidas e dificuldades esperadas dos alunos e respectivas respostas.)</td></tr>
</table>