UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

DANIEL DEYSON NUNES PASSOS

INCENTIVO A POPULARIZAÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO RECURSO DE ENSINO POR MEIO DA UTILIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE GERAÇÃO AUTOMATIZADA DE PLANOS DE ENSINO

MOSSORÓ
2021

DANIEL DEYSON NUNES PASSOS

INCENTIVO APOPULARIZAÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO RECURSO DE ENSINO POR MEIO DA UTILIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE GERAÇÃO AUTOMATIZADA DE PLANOS DE ENSINO

Dissertação apresentada ao Mestrado em Ciência da Computação do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte e da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

Linha de Pesquisa: Tecnologia em Saúde e Educação.

Orientador: Paulo Gabriel Gadelha Queiroz, Prof. Dr.

Coorientador: Silvio Roberto Fernandes de Araújo, Prof. Dr.

MOSSORÓ

2021

© Todos os direitos estão reservados a Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do(a) autor(a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei n° 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei n° 9.610/1998. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu(a) respectivo(a) autor(a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

Catalogação da Publicação na Fonte.
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.

N972i Nunes Passos, Daniel Deyson
INCENTIVO A POPULARIZAÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO RECURSO DE ENSINO POR MEIO DA UTILIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE GERAÇÃO AUTOMATIZADA DE PLANOS DE ENSINO. / Daniel Deyson Nunes Passos. - Mossoró - RN, 2021.
122p.

Orientador(a): Prof. Dr. Paulo Gabriel Gadelha Queiroz.
Coorientador(a): Prof. Dr. Sílvio Roberto Fernandes de Araújo.
Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação). Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.

1. Robótica Educacional. 2. Matemática. 3. Ontologia. I. Gadelha Queiroz, Paulo Gabriel. II. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC´s) foi desenvolvido pela Diretoria de Informatização (DINF), sob orientação dos bibliotecários do SIB-UERN, para ser adaptado às necessidades da comunidade acadêmica UERN.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

DANIEL DEYSON NUNES PASSOS

INCENTIVO A POPULARIZAÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO RECURSO DE ENSINO POR MEIO DA UTILIZAÇÃO DE UM SISTEMA DE GERAÇÃO AUTOMATIZADA DE PLANOS DE ENSINO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

APROVADA EM: 02/02/2021

Prof. Dr. Paulo Gabriel Gadelha Queiroz
Orientador e Presidente

Prof. Dr. Prof. Dr. Sílvio Roberto Fernandes de Araújo
Coorientador e Presidente

Profa. Dra. Fabiana Diniz Kurtz da Silva
(Membro Externo - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ)

Prof. Dr. Patrício de Alencar Silva
(Membro Interno - Universidade Federal Rural do Semiárido - UFERSA)

Que Deus te abençoe, Mãe,
Que Deus te abençoe, Pai.
Amém.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por se mostrar sempre presente em todos os momentos da minha vida, sempre derramando suas bênçãos sobre mim e sobre a minha família. Em todos os momentos difíceis deste mestrado, Ele esteve ao meu lado, concedendo-me força para lutar, sempre nos dando a vitória.

Aos meus pais, Marluce Passos da Silva Nunes e José Silva Nunes, ao meu irmão, Mychell Douglas Passos Nunes, por me apoiarem em todas as decisões da minha vida, e a minha namorada, Daiana da Silva Sombra, por me apoiarem em todos os momentos de tensão durante o mestrado e pelas diversas vezes que pedi para lerem a minha dissertação.

Agradeço aos meus amigos do mestrado: Salatiel Dantas, Robson Locatelli, Ademar Neto, Thyago Sobreira, Alexandre Adler, Hugo Dionísio, Igor Melo, Daniel Faustino, Ramiro Júnior, Jesaías Carvalho, Leonardo Marques, Artur Domingos, Mackson, Arlindo Fernandes, Igor Fernandes e aos demais amigos do mestrado, do laboratório do LES e do prédio do LCC, aos alunos do projeto PENSARE e ROBOT, por sempre terem ajudado no desenvolvimento da pesquisa, e aos alunos Jonas e Kaue, que ajudaram no desenvolvimento do SCIENCE.

Ao meu orientador, Paulo Gabriel Gadelha Queiroz, pela orientação e amizade. Colaborando desde o início do mestrado, sempre contribuindo na dissertação e na minha vida profissional, não tenho o que falar desse professor, para mim foi como um pai, sempre aconselhando em todos os momentos, sempre avisando e puxando minha orelha. Para você ser um mestre você, tem de inspirar em outros mestres.

Ao meu coorientador, Sílvio Roberto Fernandes de Araújo, outro professor fantástico, sempre trazendo novas ideias com aquele jeito calmo. Agradeço demais por suas contribuições.

A todos meus amigos, em especial ao Prof. Dr. Paulo Roberto Palhano Silva, Phablo Vinicius, Arimateia Júnior, Júnior Siqueira, Guilherme Brasileiro, Karol Daniel, Kyn Kanatto, Rony Dojô, Ygor Cesar, ao capítulo DeMolay, aos Tios Marçons e as tias, aos meus amigos do GEPeeeS, aos amigos do Vale do Mamanguape, aos amigos de Piancó, Mossoró, Russas e Natal e a todos os meus familiares que estiveram presentes incentivando e ajudando.

À CAPES, pelo apoio financeiro que viabilizou a realização deste trabalho.

Por fim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para minha formação.

A minha família.

RESUMO

O ensino de conteúdos de Matemática no Ensino Fundamental II apresenta alguns desafios, muitos dos quais vêm sendo superados com a utilização de tecnologias da informação e comunicação. Nesse contexto, a Robótica Educacional vem ganhando espaço, estando cada vez mais presente em ambientes escolares. Porém, há escassez de materiais que auxiliem os professores no uso da Robótica Educacional em sala de aula. Para começar a suplantar essa dificuldade, apresenta-se o desenvolvimento de um sistema de geração de plano de aula utilizando uma ontologia capaz de auxiliar o ensino e aprendizagem da disciplina de matemática utilizando Robótica Educacional. A ontologia denominada Ontologia de **ENSIN**o e **A**prendizagem de **R**obótica **E**ducacional (Onto-ENSINARE) foi construída com base na metodologia *Ontology Development* 101 com os aspectos de completude, consistência e concisão. Na verificação da ontologia foram utilizadas consultas *SPARQL Protocol and RDF Query Language* (SPARQL) para obtenção de respostas úteis aos professores de Matemática do Ensino Fundamental II. A partir da ontologia foi construído o **S**istema de Gera**Ç**ão **I**ntegrado de Plano de Aula para o **EN**sino apoiado por Robóti**C**a **E**ducacional (SCIENCE), o qual foi testado por 11 professores de matemática. Os professores que testaram o sistema atuam em escolas municipais e estaduais localizadas nas cidades de Mossoró e Nova Cruz, no Rio Grande do Norte, e nas cidades de Piancó, Rio Tinto, Mamanguape e Sapé, na Paraíba. Devido à pandemia da Covid-19, o teste realizado não envolveu a utilização do sistema em sala de aula. Para validar o sistema foram elaborados questionários de pré-teste e pós-teste. O questionário de pré-teste visa identificar informações sobre o conhecimento dos participantes em relação à Matemática, Robótica Educacional e tecnologias da informação. O questionário de pós-teste, além de buscar observar possíveis mudanças de pensamento dos testadores, após a utilização do sistema, também se propõe a realizar sua validação segundo a metodologia *Technology Acceptance Model* (TAM). Os resultados obtidos na validação apresentaram uma boa aceitação, tendo em vista que 81,8% dos professores apresentaram grande interesse em utilizá-lo nas suas aulas de Matemática o sistema SCEINCE. Os requisitos de busca dos planos de aula da disciplina de Matemática com o apoio da Robótica Educacional foram considerados úteis para o uso em sala de aula.

Palavras-chave: Matemática. Robótica Educacional. Ontologia.

ABSTRACT

Teaching Mathematics content in Elementary II presents some challenges, many of which are being overcome with the use of information and communication technologies. In this context, Educational Robotics has been gaining space, being increasingly present in school environments. However, there is a scarcity of materials to help teachers use Educational Robotics in the classroom. To start overcoming this difficulty, we present the development of a lesson plan generation system using an ontology capable of helping the teaching and learning of mathematics using Educational Robotics. The ontology named Ontology of Educational Robotics Teaching and Learning (Onto-ENSINARE) was built based on the Ontology Development 101 methodology with the aspects of completeness, consistency and conciseness. In verifying the ontology, SPARQL Protocol and RDF Query Language (SPARQL) queries were used to obtain useful answers for elementary II mathematics teachers. From the ontology, the System for Integrated Lesson Plan Generation for Robotic Education (SCIENCE) was built and tested by 11 mathematics teachers. The teachers who tested the system work in municipal and state schools located in the cities of Mossoró and Nova Cruz, in Rio Grande do Norte, and in the cities of Piancó, Rio Tinto, Mamanguape and Sapé, in Paraíba. Due to the covid-19 pandemic, the test did not involve using the system in the classroom. To validate the system, pre-test and post-test questionnaires were developed. The pre-test questionnaire aims to identify information about the participants' knowledge of mathematics, educational robotics, and information technology. The post-test questionnaire, besides seeking to observe possible changes in the testers' thinking after using the system, also aims to perform its validation according to the Technology Acceptance Model (TAM) methodology. The results obtained in the validation showed a good acceptance, in which 81.8% of the teachers showed great interest in using the system in their mathematics classes. The search requirements of the lesson plans of the Mathematics subject with the support of Educational Robotics were considered useful for use in the classroom.

Keywords: Mathematics. Educational Robotics. Ontology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Kit Pete 25

Figura 2 – *Kit Vex Robotics* 25

Figura 3 – Kit Lego Mindstorms NXT 27

Figura 4 – Kit Lego Mindstorms EV3 27

Figura 5 – Tipos de Ontologia 29

Figura 6 – Diagrama de Classe da Ontologia Onto-ENSINARE 41

Figura 7 – Diagrama de compentes do sistema SCIENCE 55

Figura 8 – Tela Inicial 56

Figura 9 – Aulas visualizadas 57

Figura 10 – Plano de Aula 57

Figura 11 – Formulário de busca avançada 58

Figura 12 – Exemplo de busca avançada por um conteúdo 59

Figura 13 – Busca de conteúdos que não estão no sistema 59

Figura 14 – Respostas da pergunta #TI14 66

Figura 15 – Respostas da pergunta #TI15 67

Figura 16 – Respostas da pergunta #TI16 67

Figura 17 – Respostas da pergunta #TI17 68

Figura 18 – Respostas da questão #TI18 69

Figura 19 – Respostas da questão #TI19 70

Figura 20 – Respostas da questão #TI21 71

Figura 21 – Respostas da questão #TI22 71

Figura 22 – Respostas da questão #TI23 72

Figura 23 – Repostas das perguntas #TI25 e #TF10 72

Figura 24 - Respostas das perguntas #TI26 e #TF11 73

Figura 25 – Respostas das perguntas #TI27 e #TF12 74

Figura 26 – Respostas das perguntas #T28 e #TF13 75
Figura 27 – Respostas das perguntas #T29 e #TF14 76
Figura 28 – Respostas das perguntas #T30 e #TF15 77
Figura 29 – Respostas das perguntas #T31 e #TF16 78
Figura 30 – Respostas das perguntas #T32 e #TF17 78
Figura 31 – Respostas da pergunta #TF1 79
Figura 32 – Respostas da pergunta #TF2 80
Figura 33 – Respostas da pergunta #TF3 81
Figura 34 – Respostas da pergunta #TF4 81
Figura 35 – Respostas da pergunta #TF5 82
Figura 36 – Respostas da pergunta #TF6 83
Figura 37 – Respostas da pergunta #TF7 83
Figura 38 – Respostas da pergunta #TF8 84
Figura 39 – Respostas da pergunta #TF9 84

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparação entre os trabalhos relacionados.....35

Quadro 2 – Object property da ontologia Onto-ENSINARE 47

Quadro 3 – Data property da ontologia Onto-ENSINARE 48

Quadro 4 – Questões do pré-teste.....62

Quadro 5 – Questões do pós-teste 64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Especificação de Requisitos da Ontologia 39

Tabela 2 – Consulta SPARQL para a resolução da primeira questão de competência da ontologia 50

Tabela 3 – Consulta SPARQL para a resolução da segunda questão de competência da ontologia..... 51

Tabela 4 – Consulta SPARQL para a resolução da terceira questão de competência da ontologia..... 52

Tabela 5 – Você utiliza alguma ferramenta tecnológica nas suas aulas?..... 65

Tabela 6 – Você tem alguma dificuldade ou resistência de utilizar ferramenta computacional para auxiliar no ensino de matemática? 68

Tabela 7 – Você acredita que seus alunos teriam dificuldade para utilizar uma ferramenta computacional ou outra tecnologia voltada para o aprendizado de matemática? Se a resposta for sim, indique quais. 69

Tabela 8 – Sugestões dos Professores 85

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CSS	Cascading Style Sheet
Onto-ENSINARE	Ontologia de Ensino e Aprendizagem de Robótica Educacional
HTML	HyperText Markup Language
JSON	*JavaScript Objetc Notation*
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MVC	*Model-View-Controler*
OWL	*Ontology Web Language*
PB	Paraíba
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PENSARE	Projeto de Ensino Através da Robótica Educacional
PNE	Plano Nacional de Educação
RDF	*Resource Description Framework*
RE	Robótica Educacional
RN	Rio Grande do Norte
SGBD	Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados
SCIENCE	Sistema de Geração Integrado de Plano de Aula para o Ensino apoiado por Robótica Educacional
SPARQL	*SPARQL Protocol and RDF Query Language*
STEM	*Science, Technology, Engineering and Mathematics*
TAM	*Technology Acceptance Model*
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TICs	Tecnologias da Informação e Comunicação
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido
W3C	*World Wide Web Consortium*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **17**
1.1 Contexto **17**
1.2 Motivação **17**
1.3. Problema de Pesquisa **19**
1.4 Objetivos **19**
1.4.1 Objetivo Geral 19
1.4.2 Objetivos Específicos 20
1.5 Metodologia **20**
1.6 Estrutura do trabalho **20**
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA **22**
2.1 Robótica Educacional **22**
2.1.1 Kit de Robótica 24
2.2 Ontologias **28**
2.2.1 Tipos de ontologia 28
2.2.2 Metodologias para o desenvolvimento de ontologia 29
2.2.3 Ferramentas para construção de ontologias 31
2.2.4 Linguagem de consulta SPARQL 31
2.3 Trabalhos relacionados **32**
2.4 Considerações finais **35**
3 ONTO-ENSINARE: ONTOLOGIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE ROBÓTICA EDUCACIONAL **37**
3.1 Ontologia Onto-ENSINARE **38**
3.2 Definição do Domínio do Escopo **38**
3.3 Enumeração dos termos **40**
3.4 Definição das classes e hierarquia de classes **41**
4.4.1 Axiomas 42
3.5 Definições das Propriedades das Classes **47**
3.6 Verificação da ontologia **49**
3.7 Considerações finais **52**
4 SCIENCE – SISTEMA DE GERAÇÃO INTEGRADO DE PLANOS DE AULA PARA O ENSINO APOIADO POR ROBÓTICA EDUCACIONAL **54**
4.1 Visão geral **54**
4.1.1 Arquitetura do sistema 55
4.2 Funções do sistema **55**
4.2.1 Tela Inicial 55
4.2.2 Busca Avançada 58
4.3 Implementação **60**
4.4 Validação do SCIENCE **60**
4.5 Objetivo da validação **61**

4.6 Amostragem **61**
6.4 Questionário do pré-teste **62**
4.8 Questionário de pós-teste **63**
Relação ao sistema 64
4.9 Resultados **64**
4.9.1 Perfil do participante 64
4.9.2. Matemática e a robótica educacional 66
4.9.3 Pré-teste e Pós-teste 72
4.10 Avaliação do sistema SCIENCE **79**
4.10.1 Relação ao sistema 79
4.10.2 Com relação à precisão do sistema 80
4.10.3 Relação das aulas de Matemática utilizando a Robótica Educacional 82
4.10.4 Aceitação do SCIENCE 83
4.10.5 Sugestões 85
4.11 Ameaças a validação **86**
4.12 Considerações finais **86**
5 CONCLUSÃO **88**
5.1 Sumário de Pesquisa **88**
5.2 Contribuições **89**
5.3 Limitações **89**
5.4 Trabalhos futuros **89**
6 REFERÊNCIAS **90**
APÊNDICE A - EXEMPLO DE PLANO DE AULA GERADO PELO SISTEMA SCIENCE **100**
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE **110**
APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE **117**

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contexto

Nos últimos anos, as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) têm sido utilizadas no ambiente escolar para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem em diversas áreas, como Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM, do inglês, *Science, Technology, Engineering and Mathematics*) (EARLE, 2006). Os professores apresentam as diretrizes específicas para o planejamento de programas educacionais que têm a capacidade de colaborar com a aprendizagem dos alunos no ensino das competências específicas e no aperfeiçoamento da utilização das tecnologias (OLIVEIRA, 2019).

Para Daltoé et al. (2019), a utilização de artefatos tecnológicos na escola possibilita um maior desenvolvimento do(a) educador(a) enquanto profissional da Educação, além de garantir aos educandos(as) o direito de alfabetização tecnológica e acesso às novas tecnologias. Nessa perspectiva, percebe-se a necessidade de implementar novas metodologias e estratégias de ensino, que sejam alinhadas à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que ampara a Educação brasileira, contribuindo para que os educadores desenvolvam as competências necessárias para trabalhar com a tecnologia e a aprendizagem digital.

O ensino da matemática, é de grande importância a utilização das novas tecnologias na resolução de problemas, a na possibilidade de aplicação de atividades no ensino e de aprendizagem dos educandos (CAVALCANTE, 2010). De acordo com Tavares (2019), ainda hoje é ignorado o uso dos recursos tecnológicos avançados disponíveis nos meios na Educação.

Apesar de as escolas utilizarem diversos recursos didáticos, é notável a dificuldade que alguns alunos têm para assimilar conteúdos, em especial da disciplina de Matemática (SANTOS, 2018). Nesse contexto, a Robótica é uma ferramenta que pode ser usada para facilitar o ensino e aprendizagem utilizando as tecnologias em sala de aula (SANTOS, 2017). A utilização de Robótica como recurso de ensino é conhecida como Robótica Educacional (RE) ou Robótica Pedagógica (RP). A RE é uma ferramenta que possibilita ao estudante desenvolver e programar robôs, com auxílio de materiais específicos e um *software* desenvolvido para tal função (REIS et al., 2017).

1.2 Motivação

Na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), mais especificamente no campus Mossoró/RN, são desenvolvidos dois projetos de extensão, o PENSARE (Projeto de Ensino Através da Robótica Educacional) e o ROBOT em Ação. O PENSARE é uma iniciativa desenvolvida pelos professores e alunos dos cursos de Ciência da Computação e Ciência e Tecnologia (C&T) dessa UFERSA. O objetivo desse projeto é promover, desenvolver atividades de raciocínio lógico e programação. O PENSARE[1] desenvolve projetos de extensão no âmbito da UFERSA, em parceria com a Secretaria Municipal de Educação de Mossoró, nos quais os alunos de graduação atuam como monitores dos alunos das escolas municipais, mais especificamente, do ensino fundamental.

O Robot em Ação[2] é um projeto de cunho social educativo desenvolvido pela UFERSA, em parceria com a Petrobras, por meio do Programa Petrobras Social. O projeto ainda trabalha a inclusão digital de crianças e jovens, através da Robótica Educacional, música e esporte em escolas públicas de ensino fundamental e médio de comunidades de Mossoró. As ações do projeto, em relação à inclusão digital, envolvem estudantes de graduação de Ciência da Computação, Ciência e Tecnologia ou Licenciatura em Computação, que atuam como monitores nas comunidades mencionadas e usam a robótica educacional como ferramenta auxiliar de ensino e inclusão digital.

Esses projetos atendem 11 escolas com uma média de 400 alunos por semestre. Durante a execução desses projetos, percebeu-se que os alunos são levados a outro espaço, fora da sala de aula, para aprender robótica, e por mais que os assuntos abordados nas aulas de robótica se relacionem aos assuntos estudados em sala de aula, quando os alunos retornam à sala de aula, a robótica não os acompanha. Isso acontece, principalmente, porque o professor não tem conhecimento computacional e pedagógico para aplicação da RE em sala de aula.

Além da falta de conhecimento dos professores, há grande dificuldade em relação ao acesso a metodologias para utilização da robótica. Percebe-se, ainda, a falta de material para apoiar o ensino da RE, de modo que ela seja, efetivamente, utilizada em sala de aula como mecanismo facilitador do processo de ensino e aprendizado.

Após perceber essa realidade, foram realizadas entrevistas com professores de RE de outras cidades, como Fortaleza, no Ceará, e observou-se que os mesmos problemas são comuns a outras cidades e escolas.

[1] Disponível em: https://pensare.ufersa.edu.br.
[2] Disponível em: https://robotemacao.ufersa.edu.br.

Portanto, a motivação deste trabalho é possibilitar que a RE seja utilizada de forma plena, em sala de aula, pelos professores das disciplinas, como mecanismo para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem.

1.3. Problema de Pesquisa

A partir do contexto e das motivações apresentadas na seção anterior, o problema de pesquisa a ser tratado neste trabalho pode ser sumarizado nesta questão central: *Como auxiliar docentes do ensino fundamental a utilizarem Robótica Educacional para otimizar o processo de ensino-aprendizagem de Matemática?*

É importante que os professores possam ter liberdade e ferramentas adequadas para escolher utilizar a robótica como recurso educacional, visto que o processo de aprendizagem vinculado à robótica educacional acontece mediante o uso de atividades para desenvolver a aplicação prática de conteúdos teóricos. Além disso, a RE é um recurso que viabiliza a assimilação de conteúdos de maneira mais eficaz e pode ser utilizada em diversas disciplinas (SILVA, 2017). No entanto, sua utilização em sala de aula requer um maior estudo e dedicação por parte dos professores.

Apesar de ser notória a necessidade de estimular a formação contínua dos professores, é possível facilitar o seu trabalho, fornecendo planos de aula completos, que os guiem a fazer uso dos recursos tecnológicos como ferramentas de apoio no processo de ensino-aprendizagem de conteúdos escolares, por meio da Robótica Educacional.

A partir dessa questão geral de pesquisa, assumimos a hipótese de que, fornecendo planos de aula completos, os professores podem aplicar RE em sala de aula. Essa hipótese origina a seguinte questão secundária de pesquisa: *Como fornecer planos de aula de matemática que ajudem o professor a ensinar Matemática para o ensino fundamental, com o apoio de Robótica Educacional, sem a necessidade de um processo de formação em robótica?*

1.4 Objetivos

Diante do contexto apresentado nas seções anteriores, pode-se definir o objetivo geral deste trabalho e alguns objetivos específicos.

1.4.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é oferecer uma ferramenta que auxilie docentes do ensino fundamental a otimizar o processo de ensino e aprendizagem por meio da utilização de Robótica Educacional em sala de aula.

1.4.2 Objetivos Específicos

Para a realização deste trabalho, foram definidos os seguintes objetivos:

1) Desenvolver um sistema gerador de planos de aula para a utilização da Robótica Educacional como recurso facilitador no ensino de matemática no Ensino Fundamental II;
2) Criar uma ontologia a partir do conhecimento dos conteúdos de Matemática do Ensino Fundamental II e de uma construção incremental das funcionalidades dos robôs;
3) Avaliar a ferramenta com professores de escolas do Ensino Fundamental II.

1.5 Metodologia

Para alcançar os objetivos mencionados na seção anterior, foram utilizados alguns métodos, conforme apresenta-se a seguir:

- Para o desenvolvimento da ontologia, utilizou-se a metodologia *ontology development* 101, detalhada no capítulo 3. A ontologia, por sua vez, foi a base do sistema de geração de planos de aula que foi implementado utilizando práticas de métodos ágeis como *sprints* curtos e interação constante com os *stakeholders*, que nesse caso foram os orientadores deste trabalho.
- Por fim, foi realizada a validação do sistema desenvolvido chamado de SCIENCE (Sistema de Geração Integrado de Plano de Aula para o Ensino apoiado por Robótica Educacional). A avaliação se deu por meio da metodologia TAM (*Technology Acceptance Model*), conforme detalha-se no capítulo 4.

1.6 Estrutura do trabalho

O restante deste trabalho está organizado conforme apresenta-se a seguir.

No Capítulo 2, são apresentados os conceitos de robótica educacional e ontologias, suas metodologias, linguagens, ferramentas e os trabalhos relacionados, bem como apresenta-se um estudo comparativo entre eles.

No Capítulo 3, são apresentados os detalhes, a construção e a validação da ontologia a Onto-ENSINARE: Ontologia de Ensino e Aprendizagem de Robótica Educacional.

No Capítulo 4, são apresentados os aspectos da visão geral do sistema, apresentando-se a arquitetura do sistema, os componentes pertinentes ao SCIENCE e a validação do mesmo.

No Capítulo 5, são apresentadas as considerações finais deste trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para alcançar o objetivo específico 1 (desenvolver um sistema gerador de planos de aula para a utilização da Robótica Educacional na disciplina de Matemática no Ensino Fundamental II), é importante entender o que é a robótica educacional e como ela pode ser aplicada na disciplina da matemática. Além disso, para construir o sistema foi utilizada uma estrutura de dados que também está detalhada neste capítulo.

Este capítulo está organizado da seguinte forma: na seção 2.1, é apresentado o conceito de robótica educacional; na seção 2.2, são discutidos os conceitos de ontologia, suas metodologias de desenvolvimento, linguagens e ferramentas; na seção 2.3, são apresentados os trabalhos relacionados e, finalmente, na seção 2.4, são apresentadas as considerações finais deste capítulo.

2.1 Robótica Educacional

A Robótica Educacional tem o objetivo de tornar o aprendizado mais significativo por mobilizar, por meio de seu uso pedagógico, diferentes tipos de conhecimento e competências (BARROS, 2017). Os registros começaram com o matemático Seymour Papert, após sua saída do Centro de Epistemologia Genética de Genebra, para ingressar no Laboratório de Inteligência Artificial do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), em 1964, e, a partir de então, se iniciaram seus trabalhos com robótica voltada para a educação (CASTILHO, 2002).

A robótica educacional surgiu a partir das dificuldades em despertar a atenção dos educandos para os conteúdos da grade escolar tradicional, além da necessidade de criar um ambiente que possibilite a aprendizagem das habilidades da robótica, de forma contínua. A aplicação da robótica, em algumas situações de aprendizagem, tem favorecido a autonomia dos educandos em relação às atividades no ambiente escolar (SANTOS, 2013; FAGUNDES, 2005).

No dicionário interativo da educação brasileira (EDUCABRASIL, 2014), Robótica Educacional é o termo usado para descrever ambientes de aprendizagem que unem materiais de sucata ou kits de montagem formados por peças diversas, motores e sensores controláveis.

Por meio dos kits de montagem e *software* de programação, os alunos têm o interesse de adquirir meios de decifrar desafios constantemente. Além disso, o professor poderá provar, na

prática, muitos conceitos teóricos, de difícil compreensão, motivando os envolvidos na atividade.

A robótica é apresentada como recurso tecnológico interessante para a prática da interdisciplinaridade. No desenvolvimento de robôs para realização de tarefas ou para fins de competição, aplicam-se diretamente saberes da Matemática, da Física, da Informática, entre outras (DA SILVEIRA JÚNIOR, 2017).

A robótica envolve competências matemáticas essenciais, como medidas, contagens e cálculo mental. Essas competências estão incluídas nas áreas base de aritmética, estimação, álgebra e geometria. Para além disso, estas não são apresentadas como competências de forma isolada, mas integradas de forma autêntica, como nenhum livro de texto pode conseguir (GURA, 2007).

A RE é uma das ferramentas de grande importância para uso em sala de aula, pois o uso de tais recursos é relevante não apenas na área da robótica, mas também em outros âmbitos da vida. Segundo Zilli (2004 apud ZILLI, 2002), as competências que podem ser desenvolvidas em sala de aula, com o uso de robótica educacional, são:

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

Segundo Oliveira (2016), a utilização das competências para incentivar o aprendizado é um dos pontos positivos na aplicação da RE, pois uma aula mais prática, com o objetivo de tornar uma aula mais interessante para os alunos.

O pensamento computacional é um processo de pensamento para a resolução de problemas em diversas áreas, por meio de conceitos como decomposição, abstração, entre

outros (CARVALHO, 2013). Dessa forma, ambas as abordagens auxiliam nas atividades de Robótica Educacional, pois desenvolvem o ensino-aprendizagem com o pensamento computacional para auxiliar na solução de problemas e desenvolvendo as suas habilidades.

Para desenvolver as habilidades e competências ligadas aos conceitos lógicos e à Matemática, o desenvolvimento de projetos com a robótica é capaz de promover o planejamento, a organização, a interdisciplinaridade e a integração de conceitos de diversas áreas (SILVA, 2009).

De acordo com Langer (2014), a robótica educacional se baseia essencialmente na aprendizagem por meio de montagem de sistemas constituídos por robôs. Desse modo, para ensinar robótica, existem alguns elementos fundamentais que também devem ser ensinados, como os conceitos de dispositivos físicos e lógicos. Os dispositivos físicos estão ligados à parte mecânica, enquanto os lógicos se relacionam à programação, conforme detalhado a seguir.

- Os dispositivos físicos se relacionam à parte mecânica do robô e são representados pelos blocos e engrenagens que definem o formato do robô e pelos motores, cuja atribuição é movimentar o dispositivo robótico.
- Outro dispositivo físico é a controladora, que consiste em um dispositivo eletrônico capaz de executar os códigos dos programas para gerenciar os movimentos executados pelos robôs.
- A programação diz respeito à lógica de como devem ser as execuções das funções do robô pela controladora.

De acordo com Langer, (2014), a Robótica Educacional é uma proposta de educação tecnológica que possibilita a aplicação e verificação de conceitos tecnológicos e científicos. Muitas escolas públicas e particulares utilizam essa tecnologia como uma atividade extracurricular.

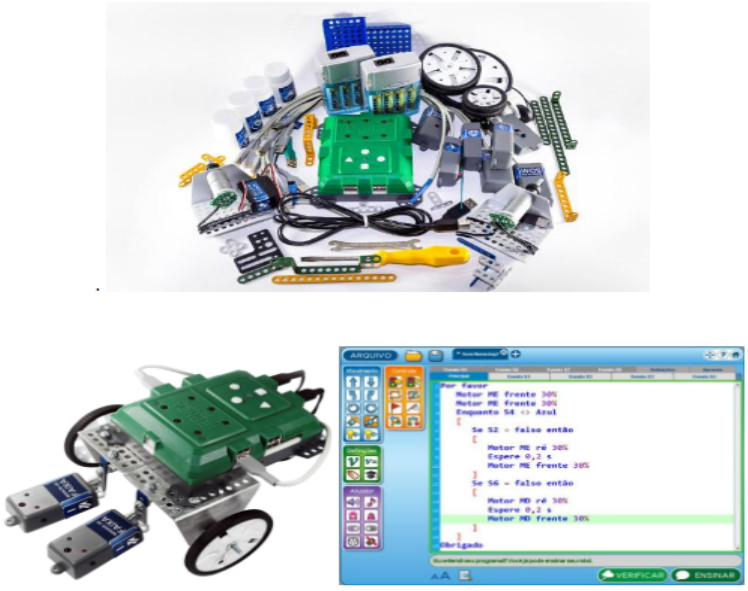
2.1.1 Kit de Robótica

Na realização das atividades com robótica educacional, exige-se a utilização de materiais com os quais os sujeitos consigam construir e controlar os seus protótipos. Há, no mercado, uma diversidade de produtos, destinados a todos os níveis de conhecimento e de idade, que podem ser utilizados para a prática de robótica. Entre esses kits de robótica, é possível citar:

Kit Pete

Esse kit é fabricado por uma empresa brasileira chamada PETE[3]. Como é visto na Figura 1, ele contém um microcontrolador, sensores, atuadores, peças metálicas e plásticos. O kit Pete é acompanhado por um *software* (chamado de Legal) e um conjunto de peças para a montagem do robô.

Figura 1 – Kit Pete



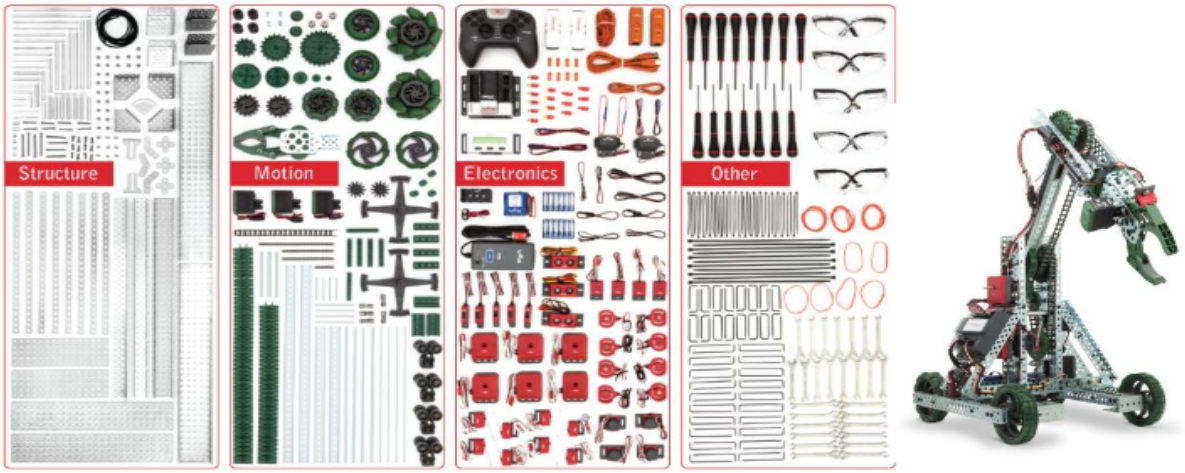
Fonte: Pete (2015).

Kit Vex Robotics

Os kits da *Vex Robotics*[4] são fabricados no Estados Unidos pela empresa *Innovation First*. O kit é composto por microcontrolador, sensores e motores, além de peças estruturais metálicas, garras, rodas e peças de plástico que se movimentam. Na Figura 2 é apresentada a construção do robô, que pode ser programado no *software* do ROBOTC, o qual permite programar utilizando blocos ou em linhas de comandos na linguagem C.

Figura 2 – *Kit Vex Robotics*

[3] Disponível em: www.pete.com.br
[4] Disponível em: https://www.vexrobotics.com



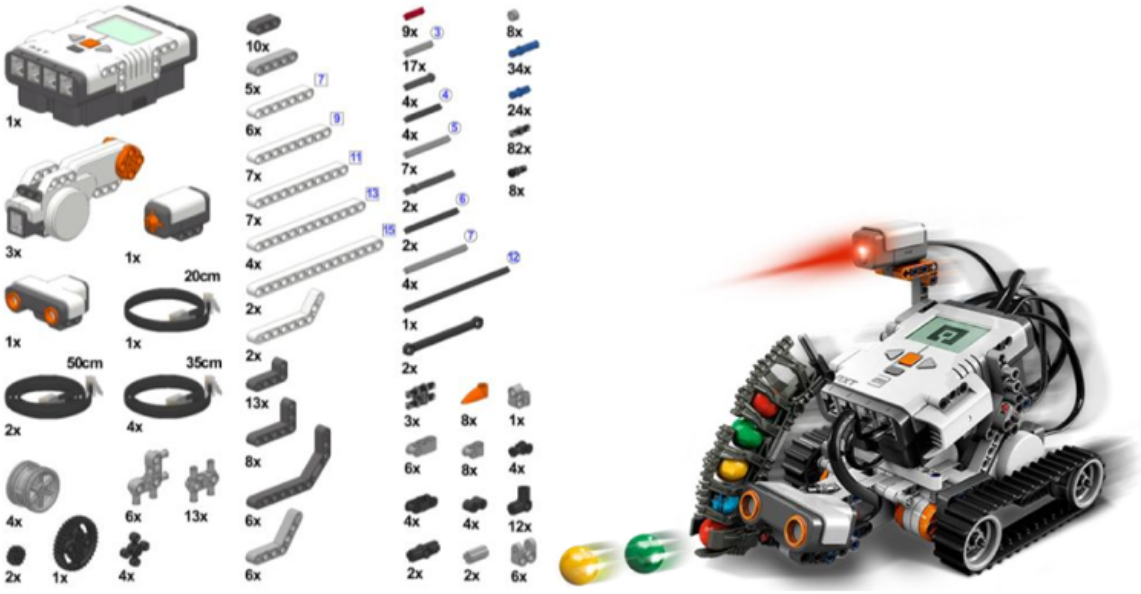
Fonte: Vex (2002).

Kit Lego Mindstorms

A linha da *Lego Mindstorms*[5] é uma das mais utilizadas e conhecidas no Brasil. Os kits da *Lego*, ao longo dos anos, foram modificados e evoluídos. Na Figura 3 é apresentado o NXT 2.0 e na Figura 4 é apresentado o EV3. Os kits possuem motores, sensores e um bloco programável, que funciona como o cérebro do robô. Além disso, o kit inclui peças de plástico, como rodas, eixos, vigas, engrenagens, polias e conectores, que permitem a construção de diversos modelos de robôs. Os robôs são construídos com esse material que pode ser programado no *software Mindstorms*, oferecendo um ambiente de programação em blocos de fácil compreensão (LEGO, 2020).

[5] Disponível em: https://www.lego.com/pt-br/themes/mindstorms.

Figura 3 – *Kit Lego Mindstorms* NXT



Fonte: The NXT Step (2019).

Figura 4 – *Kit Lego Mindstorms EV3*

Fonte: *Lego Mindstorms* (2020).

As escolas municipais e estaduais da cidade de Mossoró, onde os projetos Robot em Ação e PENSARE estão implantados, utilizam os kits Lego Mindstorms NXT e EV3. Por

esse motivo, este trabalho propõe a utilização desses kits com suas peças, motores, sensores entre outras informações.

2.2 Ontologias

O conceito de ontologia, do ponto de vista filosófico, trata da natureza do ser, e na computação, o termo ganha um novo significado: descrever um vocabulário de um domínio de interesse. Do ponto de vista computacional, Gruber (apud MORAIS; AMBROSIO, 2007) define ontologia como uma especificação de uma conceitualização, ou seja, é uma descrição definida nos conceitos e relacionamentos que existem entre esses conceitos.

Segundo Allemang e Hendler (2011), a mesma pode ser tida como uma especificação explícita e formal de uma conceitualização compartilhada, permitindo trocar modelos teóricos por meio de um conjunto de entidades, relações, restrições, axiomas e vocabulários.

Cada ontologia apresenta suas caraterísticas peculiares com estrutura diferente. Os estudiosos Noy, Mcguinness (2001), Gruber (1993), Fernandez-Lopes e Gomes Perez (2006), concordam que classes, relações, funções, axiomas e instâncias são os componentes essenciais ou elementos básicos e típicos da ontologia. A seguir, são apresentados esses componentes:

- **Classes:** as classes são organizadas em taxonomias e possuem relações entre si (herança, equivalentes e disjuntos).
- **Relações:** representam o tipo de interação entre os componentes de um domínio (classes).
- **Funções:** as funções representam relações que descrevem inúmeros recursos e atributos do conceito, em relações especiais em que o conjunto de elementos tem uma relação única com um outro elemento (NOY; MCGUINNESS, 2001).
- **Axiomas:** segundo Gruber (1993), os axiomas são regras que auxiliam na formação de sentenças que a todo o momento são verdadeiras.
- **Instâncias:** servem para representar os indivíduos de uma ontologia.

2.2.1 Tipos de ontologia

Apesar de existirem várias classificações de ontologia utilizadas por diferentes autores, este trabalho baseia-se na classificação definida por Guarino (1998), segundo a qual as

ontologias podem ser de domínio, de alto-nível, tarefa ou de aplicação. Na Figura 5, são ilustrados os tipos de ontologias e suas relações, segundo Guarino (1998).

Figura 5 – Tipos de Ontologia

Fonte: Adaptada de Guariano (1998).

Os quatro tipos de ontologia propostos por Guarino (1998) podem ser definidos da seguinte forma:

- **Ontologias de Domínio**: os conceitos e vocabulários caracterizados são relativos a situações reais e possuem domínio particular, como, por exemplo, Meio Ambiente, Medicina, Computação.
- **Ontologias de Alto-nível**: são similares às ontologias de domínios, ainda assim os conceitos precisos são mais vastos, como: estados, tempo, processos ou ações, eventos, espaço, independentemente do problema ou domínio.
- **Ontologias de Tarefas**: os conceitos podem contribuir na resolução de problemas, independentemente do domínio que sucedem.
- **Ontologias de Aplicação**: contêm termos técnicos para comunicação máquina-máquina.

2.2.2 Metodologias para o desenvolvimento de ontologia

As metodologias de desenvolvimento de ontologias citadas na literatura propõem um total de atividades que são efetuadas na busca e na construção de um projeto bem esboçado (DZIEKANIAK, 2010). Sendo assim, é essencial definir os principais objetivos, a área do conhecimento e as suas características, possibilitando uma estrutura, aptidão e conceitos bem definidos ontologicamente. Essas metodologias têm como objetivo elaborar o desenvolvimento e a manipulação de ontologias (ALMEIDA; BAX, 2003). A seguir, são apresentadas algumas das principais metodologias presentes na literatura.

Methontology

Methontology é uma metodologia de desenvolvimento proposta por Gómez-Pérez, Fernández e Vicente (1996) em seguida modificada por Fernández-López, Gómez-Pérez e Jurista (1997). Essa metodologia surge do Desenvolvimento de um Processo do Ciclo de Vida do Projeto de *Software*. Sendo assim, o ciclo de vida do processo de desenvolvimento da metodologia inclui sete tipos de atividade: (1) Especificação; (2) Aquisição do conhecimento; (3) Conceitualização; (4) Integração; (5) Implementação; (6) Avaliação; (7) e, por fim, considera-se a etapa da documentação da ontologia.

On-to-knowledge

A metodologia *On-to-Knowledge* foi proposta por Sure, Staab e Studer (2004), inicialmente em 2004 e atualizada em 2009. Essa metodologia é composta por seis fases relacionadas ao desenvolvimento de sistemas empresariais. Essas fases são: identificação do problema, desenvolvimento do documento de especificação de requisitos da ontologia, refinamento, aplicação, evolução e manutenção da ontologia.

Ontology Development 101

Essa metodologia foi proposta por Noy, McGuinness et al. (2001), referente ao uso de etapas repetidas para a construção de uma ontologia. A metodologia 101 considera sete etapas iterativas: (1) determinar o domínio e o escopo da ontologia; (2) analisar a possibilidade de reuso da ontologia; (3) enumerar os termos importantes do domínio da ontologia; (4) definição das classes; (5) definição da hierarquia de classes; (6) definir as restrições de

propriedades da hierarquia de classes; (7) finalmente, deve-se definir as instâncias da ontologia.

2.2.3 Ferramentas para construção de ontologias

Para facilitar o desenvolvimento e a manipulação de ontologia existem diversas ferramentas e editores disponíveis. Os principais editores de ontologia são: *TropBraid Composer* (TOPQUADRANT, 2017), Protégé (STANFORD, 2017), Apollo (KMI, 2017) e OntoStudio (SEMADORA, 2017). Dentre estes, o Protégé é o mais usado pela comunidade acadêmica para o desenvolvimento de ontologia. Sendo assim, neste trabalho foi utilizado esse *software* com o mecanismo de inferência Pellet.

O Protégé tornou-se o *software* mais usado para construir ontologia (MUSEN, 2015). Sua versão disponível para desktop para manipulação e construção das ontologias tem como suporte os recursos avançados e um sistema na versão web (WebProtégé[6]). Observa-se que essa ferramenta é um editor de código aberto gratuito para a construção de sistemas inteligentes.

Mecanismo de Inferências

Dentre os motores de inferência existentes, destacam-se: FaCT ++ (TSARKOV; HORROCKS, 2006), Pellet (SIRIN et al., 2007) e HermiT (SHEARER; MOTIK; HORROCKS, 2008). Para fazer a inferência da ontologia deste trabalho, foi utilizado o Pellet. Observa-se que o Pellet é suportado pela ferramenta Protégé como *plugin.*

2.2.4 Linguagem de consulta SPARQL

Para fazer uma consulta na ontologia, utiliza-se a linguagem SPARQL (SPARQL *Protocol and* RDF *Query Linmguage*), que é uma linguagem orientada a dados e recomendada pelo W3C para consultas RDF (*Resource Description Framework*), o que a torna a linguagem de consulta padrão para este propósito. Adicionalmente, essa linguagem é suportada por diversas ferramentas.

---

[6] Disponível em: https://webprotege.stanford.edu/.

A consulta SPARQL é baseada em padrões de grafos, fundamentada em triplas RDF, sendo composta de sujeito, predicado e objeto. Além disso, é viável adicionar uma variável ou mais na tripla. Como um exemplo simples, considere a seguinte consulta:

```
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX ont: <http://www.semanticweb.org/les-10/ontologies/2019/8/untitled-ontology-12>
SELECT ?assunto ?aula
WHERE {
        ?assunto rdfs:subClassOf ?aula
}
```

Essa consulta recupera as informações da ontologia em que o objeto é o assuntos, assim que a consulta for executada (ANTONIOU; HARMELEN, 2004). Neste trabalho, foi utilizada a linguagem SPARQL para responder as questões de competência apresentadas na seção 3.6.

2.3 Trabalhos relacionados

Foram encontrados dez trabalhos relacionados a esta pesquisa. Desse modo, pode-se analisar os estudos que apresentaram ideias para este trabalho e assim expor as contribuições fornecidas em confronto com outras pesquisas. Esses trabalhos abordaram os conteúdos de matemática, utilizando a robótica educacional em salas de aula do ensino fundamental II.

Furletti (2010) expressa uma abordagem de construção de um dispositivo de robótica com programação no ambiente LOGO, tendo como foco funções do 1º e 2º graus, que são divididos em quatro atividades. Seu objetivo foi verificar a possibilidade de utilizar os modelos robóticos construídos com materiais de baixo custo. No desenvolvimento do trabalho, o autor realizou a contextualização de um problema e sua solução. Por fim, usou a montagem do robô na conclusão das atividades. Apesar disso, não há clareza sobre a programação do robô. Ademais, esse trabalho oportuniza poucas atividades para o professor.

Martins (2012) indica o uso da robótica na sala de aula de matemática no ensino fundamental. A autora utiliza a robótica educacional para transmitir os conhecimentos de

matemática utilizando o uso das práticas e montagem do robô. O objetivo do trabalho foi reorganizar as aulas e o planejamento das aulas para a utilização da robótica, utilizando o *software* livre LOGO. Sendo assim, as atividades foram divididas nos assuntos que seriam ministrados durante as aulas, utilizando o material de robótica. A autora desse trabalho disponibiliza a programação e a montagem do robô. Contudo, o trabalho oferece poucas atividades de matemática.

Santos (2013) apresenta atividades utilizando a robótica educacional aplicadas no ensino fundamental II, em disciplinas de ciências exatas. Sua proposta permite a utilização em qualquer disciplina, qualquer área, para interagir com diversos tipos de situação. Para isso, foi utilizado o *software Modelix System*, que possibilitou dois modos: o modo de programação, no qual a pessoa cria o código e a visualização dos erros; e o modo de simulação, que cria uma rotina de programação e simulação em um ambiente real. Assim, o professor pode utilizar a robótica para transmitir o conteúdo, auxiliando a aprendizagem dos alunos. Apesar disso, o trabalho não dispõe ao professor um guia de montagem e programação dos robôs e tem como foco apenas o ambiente de simulação.

Almeida Neto (2014) exibe uma ferramenta pedagógica para auxiliar aulas de matemática. O autor aplica robótica educativa para transmitir conteúdos de matemática fazendo uso de práticas, montagens e programação dos robôs. No trabalho, a robótica educativa foi utilizada como um instrumento de aprendizagem com os alunos. O propósito do trabalho foi o desenvolvimento de competências e habilidades envolvidas para realização das atividades. Porém, não aborda a diferenciação entre as peças do robô pelo formato, nem o raciocínio lógico relacionado à montagem e indispensável na programação do robô.

Rodrigues (2015) expõe exercícios matemáticos utilizando robótica, tendo como foco os números racionais. Seu objetivo é elaborar, implementar e analisar uma sequência didática envolvendo robótica e matemática. No trabalho, foram aplicadas quatro atividades e foram descritos a introdução, objetivo e desenvolvimento. A finalidade das atividades foi conceituar os conhecimentos de matemática utilizando robótica. No desenvolvimento, o autor realizou uma contextualização do problema e depois uma solução. Por fim, apresentou a montagem do robô na conclusão da atividade. No entanto, durante as atividades não há clareza sobre como o professor deve guiar os alunos na programação do robô.

Araújo (2016) apresenta aulas de matemática utilizando a robótica no ensino fundamental II. A autora aplica robótica educacional para transmitir os conhecimentos de matemática fazendo o uso de práticas, montagens e programação dos robôs. O objetivo do trabalho é fazer planos de aula para motivar os professores, facilitando o processo de ensino-

aprendizagem na disciplina de matemática. As aulas foram divididas em quatro etapas: divisão dos alunos, montagem do robô, programação e execução da atividade. No entanto, o trabalho disponibiliza apenas 04 (quatro) aulas de matemática, além disso, não apresenta nenhuma ferramenta automatizada para auxiliar na escolha da aula.

Dos Santos (2016) apresenta o uso da Robótica Educacional no desenvolvimento da habilidade Matemática no Ensino Fundamental II. O autor utiliza a robótica educacional para transmitir os conhecimentos da matemática aplicando o ensino das relações métricas do triângulo retângulo. O objetivo do trabalho é capacitar o uso do kit de Robótica Educacional LEGO Mindstorms EV3. As atividades são divididas em módulos. Contudo, o trabalho não disponibiliza a programação, a montagem dos robôs e oferece poucas atividades de matemática.

Puziski (2017) apresenta o uso de calculadora em sala de aula, utilizando o kit de robótica da LEGO, sendo que a atividade foi aplicada no ensino fundamental, nas séries do 8º e 9º ano. A proposta da atividade foi planejada pensando em fazer com que os alunos possam compreender o funcionamento da calculadora. A realização da atividade foi dividida em grupos, formado pelo organizador, construtor, programador e o líder. O autor desse trabalho disponibiliza a programação da atividade. Contudo, o trabalho não possibilita a montagem do robô e oferece só uma atividade de matemática.

Armão (2018) expõe a utilização da robótica educacional como ferramenta metodológica para estudo de número irracional dentro da aula de matemática, baseado nas competências propostas pela BNCC. Sendo assim, o professor pode escolher dentro da área de geometria o conteúdo de circunferência. As aulas foram divididas em unidade temática, nos objetivos, duração da aula, objetivos, pré-requisitos e metodologia da aula. Ademais, o trabalho não aborda as peças do robô pelo formato, nem a montagem, que impacta diretamente na programação do robô.

Silva et al. (2019) apresentam uma abordagem de aprendizagem com os conteúdos de gráficos de funções afim do 9º ano do ensino fundamental II, utilizando a robótica educacional. O objetivo desse trabalho é orientar o uso da interdisciplinaridade, ficando evidente a presença da matemática. Em relação a esse trabalho, destaca-se que não há clareza sobre a programação nem detalhe da montagem do robô. Além disso, os autores disponibilizam poucas atividades. No Quadro 1, apresenta-se uma comparação entre os trabalhos encontrados e o trabalho proposto nesta dissertação de mestrado.

Quadro 1 – Comparação entre os trabalhos relacionados

Trabalhos	As atividades são disponibilizadas?	Sistema Web?	As atividades são autorais?	Oferece orientação de montagem do robô?	Oferece orientação de programação do robô?	As atividades foram aplicadas?	Os manuais de montagem do robô são disponibilizados?	Auxilia a aplicar o conteúdo com a robótica?
FURLETTI (2010)	X			X		X	X	
MARTINS (2012)	X			X		X	X	X
SANTOS (2013)	X					X		
ALMEIDA NETO (2014)	X			X			X	
RODRIGUES (2015)	X			X			X	
DOS SANTOS (2016)						X		X
ARAÚJO (2016)	X		X	X	X		X	X
PUZISKI (2017)	X				X	X		X
ARMÃO (2018)	X							X
SILVA et al., (2019)	X		X		X			
PROPOSTA DESTE TRABALHO	X	X	X	X	X		X	X

A partir desses trabalhos, percebe-se que a robótica tornou-se uma ferramenta de grande valia para ser utilizada em qualquer disciplina. Os trabalhos apresentados propõem a utilização da robótica educacional para auxiliar os professores do ensino fundamental II. O propósito é auxiliar na ministração de alguns conteúdos da matemática. Apesar de tratarem da robótica educacional, os trabalhos relacionados não permitem a aplicação de conteúdos amplos para todas as séries do ensino de matemática do ensino fundamental II, nem oferecem um guia detalhado da montagem e programação dos robôs.

Portanto, a principal contribuição deste trabalho e o seu diferencial em relação aos trabalhos apresentados consiste em permitir, aos professores, a utilização da robótica educacional para auxiliar o ensino da matemática de forma descomplicada e com fácil adoção por professores, com diferentes níveis de conhecimento em robótica.

2.4 Considerações finais

Este capítulo forneceu uma base dos principais conceitos de Robótica Educacional, ontologias e os trabalhos relacionados. Para o entendimento da Robótica Educacional, nesse caso, foram abordados os conceitos de Robótica Educacional por meio das competências e

habilidades no ensino interdisciplinar, por exemplo, a matemática, o pensamento computacional, além de apresentar *kits* de robótica educacional.

Para especificar a ontologia, foi utilizada a metodologia de ontologia proposta por Noy, McGuinness et al. (2001), pois utiliza passos iterativos para a construção da ontologia. A utilização OWL para a especificação da ontologia, o mecanismo de inferência e a linguagem SPARQL, por ser capaz de fornecer e realizar consultas na ontologia.

Neste trabalho, é proposto um sistema com produção automática de um plano de aula completo, incluindo atividades de robótica, além de incluir um manual detalhado de montagem e programação dos robôs. O manual detalha a quantidade e a forma de utilização das peças, para que os alunos consigam montar o robô e os passos, de programação, para que eles consigam programar o robô para realizar as atividades propostas, usando conhecimentos de matemática explorados pelo professor, em sala de aula. Por meio da robótica, os alunos serão capazes de relacionar os conteúdos teóricos apresentados pelo professor com a prática da construção e programação do robô. Observa-se que o plano de aulas é gerado automaticamente a partir de uma ontologia e será apresentada em detalhes no próximo capítulo ontologia ONTO-ENSINARE.

3 ONTO-ENSINARE: ONTOLOGIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE ROBÓTICA EDUCACIONAL

Este capítulo apresenta o processo de construção e validação da Ontologia de **ENSIN**o **A**prendizagem de **R**obótica **E**ducacional, Onto-ENSINARE[7]. Uma parte fundamental desse trabalho foi a construção da ontologia, a qual foi utilizada no sistema de geração de planos de aula, utilizando as consultas SPARQL da ontologia. Ela é utilizada para montar os planos de aula de forma automatizada, incluindo a programação e a montagem do robô. A ontologia descreveu maneiras de ministrar conteúdos de aulas de matemática utilizando a robótica educacional.

A especificação da ontologia se deu por meio da *Web Ontology Languag*e (OWL) (BECHHOFER et al., 2004), com o suporte do editor de ontologias de código aberto Protégé (MUSEN, 2015). Para guiar o desenvolvimento da ontologia, utilizou-se a metodologia *Ontology Development* 101 (NOY et al., 2004), que consiste em um processo iterativo de execução simples para o desenvolvimento de ontologias, dividido em sete fases:

1. Determinar o domínio e o escopo da ontologia ao responder questões relativas à "como?", "para quê?", e "onde?" a ontologia será empregada;

2. Considerar o reúso de ontologias existentes desde que tenham relação com a ontologia a ser desenvolvida;

3. Enumerar termos importantes da ontologia com o objetivo de identificar um conjunto de termos frequentes utilizados em um domínio de conhecimento;

4. Definir as classes e a hierarquia de modo a dar sentido aos relacionamentos entre as classes;

5. Definir as propriedades das classes para dar sentido aos relacionamentos entre as classes;

6. Definir as restrições das propriedades das classes;

7. Criar instâncias, ou seja, criar indivíduos na ontologia a partir da hierarquia das classes, em concordância com suas propriedades.

O domínio definido para a ontologia são os conteúdos de matemática do ensino fundamental II auxiliados pela robótica educacional como recurso educacional. Seu objetivo é apoiar professores no processo de ensino. Após a construção da ontologia, seguindo as fases apresentadas anteriormente, deve-se realizar duas validações importantes. A primeira consiste

[7] Disponível em: https://bit.ly/3tni4WP

em uma avaliação por pesquisadores experientes. Essa avaliação ocorre sempre que são propostas mudanças na ontologia. A segunda verificação foi feita por meio de ferramentas automatizadas e consiste em verificar a sua consistência, corretude e completude. Esses conceitos são definidos por Gómez-Pérez (2004), conforme apresenta-se a seguir:

1. **Consistência**: o objetivo é verificar se as restrições da ontologia são semanticamente concisas;

2. **Corretude**: o objetivo é verificar se a ontologia exibe definições desnecessárias ou inúteis. Além disso, verifica-se a presença de redundâncias entre as definições que não podem ser inferidas a partir de outros axiomas.

3. **Completude**: o objetivo é responder a um conjunto de questões de competência especificada no documento de requisitos.

Neste trabalho foram empregados os critérios de verificação e validação propostos por Gómez-Pérez (2004). Para verificar a consistência e a hierarquia de classe definida e inferida, foi utilizado o *Reasoner Pellet* (SIRIN et al., 2007). A corretude e a completude foram verificadas por meio de questões de competência, utilizando consultas SPARQL (SPARQL *Protocol and* RDF *Query Language*), orientada a dados (ANTONIOU, 2004).

A ontologia é descrita nas subseções seguintes. Na seção 3.1 são apresentadas as definições da Onto-ENSINARE. Na seção 3.2 é indicado o domínio do escopo da ontologia. Na seção 3.3 é apresentada a enumeração dos termos. Na seção 3.4 é exposta a hierarquia de classes e os conceitos necessários para a modelagem dos conteúdos de matemática e robótica educacional. Na seção 3.3.1 são descritos os axiomas. Na seção 3.5 são apresentadas as definições das propriedades das classes. Na seção 3.6 é apresentada a verificação da ontologia. E, por fim, na seção 3.7, são apresentadas as considerações finais.

3.1 Ontologia Onto-ENSINARE

A Onto-ENSINARE descreve os conceitos relacionados aos conteúdos de matemática utilizando a robótica educacional, visando apoiar os professores do ensino fundamental. Para esse trabalho, foram utilizados conceitos de matemática e robótica educacional. A seguir, detalha-se a construção da Onto-ENSINARE.

3.2 Definição do Domínio do Escopo

Conforme parte dos requisitos, foram definidas questões de competência que a ontologia seja eficiente de responder, sendo capaz de definir o seu alcance (GRÜNINGER et al., 1995). Foi desenvolvido um Documento de Especificação de Requisitos que segue as direções metodológicas propostas por Suárez-Figueroa (et al., 2009). Ainda nessa fase, pode-se determinar o domínio e o escopo da ontologia (NOY et al., 2001). Na Tabela 1, apresenta-se o Documento de Especificação de Requisitos elaborado para a Onto-ENSINARE. O resultado da especificação é um modelo com informações sobre o objetivo, o escopo, a linguagem de implementação, os usuários finais previstos, casos de uso, requisitos funcionais e não funcionais.

Tabela 1 – Especificação de Requisitos da Ontologia

Especificação de Requisitos Onto-ENSINARE	
1	**Objetivo**
	O objetivo da ontologia é fornecer informações acerca das montagens de robôs por meio de suas peças, estruturas de programação de robôs e atividades de matemática utilizando o robô, além de fornecer o conhecimento das relações entre os elementos da robótica educacional.
2	**Escopo**
	A ontologia concentra-se apenas no domínio da robótica educacional no contexto da Matemática. O nível de granularidade está diretamente relacionado às questões de competência e termos identificados.
3	**Linguagem de Implementação**
	A ontologia deve ser especificada em OWL (*Web Ontology Language*).
4	**Usuários finais previstos**
	Usuário 1. Professores de matemática que desejam utilizar robótica educacional na disciplina.
5	**Caso de uso**
	Auxiliar na montagem do robô. Auxiliar na programação do robô. Facilitar o uso do robô no ensino de determinado conteúdo de matemática.
6	**Requisitos da Ontologia**
	a. Requisitos Não-funcionais
	A terminologia utilizada na ontologia deve ser retirada no contexto da Robótica Educacional.
	b. Requisitos funcionais

	QC1 – Qual tipo de robô pode ser utilizado em uma determinada atividade da matemática? Nessa questão, dada uma determinada atividade, a ontologia deve ser capaz de indicar um robô (montagem e programação) que auxilie na execução da atividade. QC2 – Que atividades de matemática podem ser realizadas com o apoio de robótica para auxiliar o ensino? Essa questão é mais genérica que as anteriores, pois a ontologia deve retornar uma lista de atividades que podem ser realizadas com apoio da robótica. QC3 - Para um conteúdo de matemática e um determinado modelo de robô, que programações são possíveis para a realização de uma atividade? Na última questão, busca-se que a ontologia seja capaz de mapear diversas programações aplicadas a um dado modelo de robô para auxiliar na execução de uma dada atividade.

Essas questões de competência originaram-se de entrevistas realizadas com nove professores de matemática do ensino fundamental II da cidade de Mossoró, RN. As entrevistas foram realizadas no mês de outubro de 2019. A ontologia proposta deve ser capaz de responder as questões de competência. Para mostrar a importância das questões em relação aos conteúdos de matemática, utilizou-se o exemplo do conteúdo de geometria, para um assunto de comprimento, mas observa-se que outros conteúdos poderiam ser tomados como exemplo.

A ontologia proposta fornece a classificação de conteúdos de matemática utilizando a robótica educacional. Ou seja, por meio de uma descrição formal, permite que o modelo do plano de aula seja instanciado em um modelo semântico. Todos os elementos presentes no conteúdo de matemática e robótica educacional foram formalizados em OWL (*Web Ontology Language*).

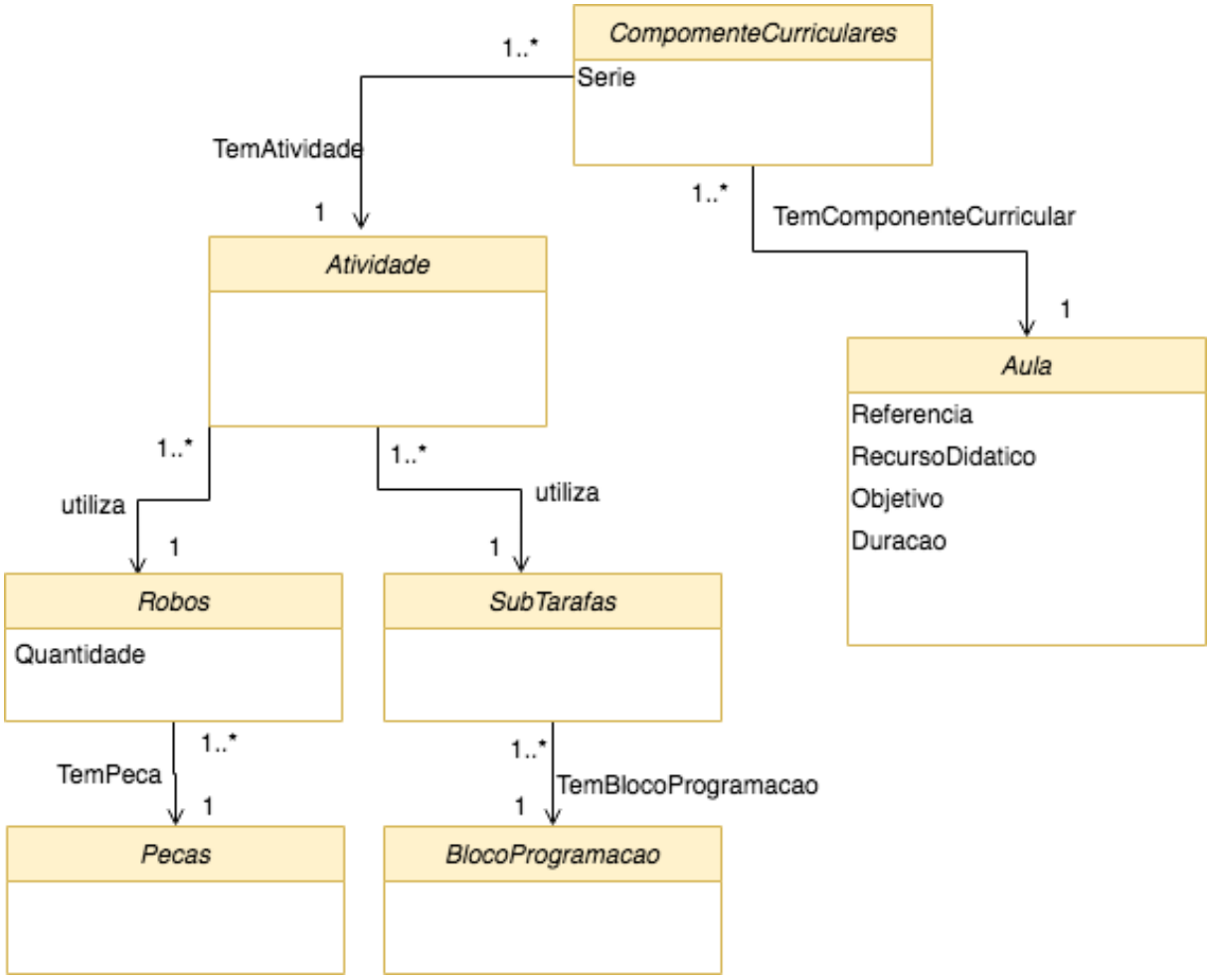
3.3 Enumeração dos termos

Para levantamento dos termos da ontologia, utilizou-se a entrevista mencionada na seção 3.2. Além do resultado da entrevista, foram utilizados conteúdos fornecidos pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2017), também utilizou os manuais de montagem dos kits da Lego. Os termos identificados são: peças, robôs, programação, conteúdos, atividades, séries e subtarefas.

3.4 Definição das classes e hierarquia de classes

A hierarquia de classes, na qual se aplicou o mecanismo de herança, é representada por classes organizadas em taxonomia (classes – subclasses) (GÓMEZ-PÉREZ, 2004). A seguir, na Figura 6, é apresentado o diagrama de classes da ontologia. As classes derivadas da classe nativa owl: Thing são: *Aula*, *BlocoProgramação, SubTarefas, Atividade, Pecas, Robos e ComponentesCurriculares*. A mesma possui 461 classes, as quais foram definidas a partir da abordagem *top-down*.

Figura 6 – Diagrama de Classe da Ontologia Onto-ENSINARE



Fonte: Autoria Própria.

A classe *Aula* representa as informações das aulas de matemática. A classe *BlocoProgramacao* representa os blocos de programação do EV3, linguagem oferecida pelo Kit de robótica da *Lego Mindstorms* EV3 (LEGO MINDSTORMS EV3, 2020). A classe

SubTarefas apresenta tarefas que o robô pode executar usando os blocos de programação. A classe *Atividade* representa as informações das atividades dos conteúdos de matemática utilizando a robótica. A classe *Pecas* apresenta todas as peças para a montagem do robô. A classe *Robos* representa os robôs que podem ser montados nessa ontologia, por meio das peças. A Classe *ComponentesCurriculares* apresenta os conteúdos de matemática mapeados nessa ontologia. Observa-se que a ontologia permanece em evolução e novos conteúdos podem ser adicionados.

4.4.1 Axiomas

Numa ontologia, os axiomas especificam e descrevem os conceitos e as restrições de uma ontologia (MORAIS; AMBRÓSIO, 2007). Uma classe pode ser primitiva (axiomas precisos como *SubClassOf*) ou definida (axiomas precisos com *EquivalentTo*). As restrições são indicadas por meio dos operadores lógicos: *min, some, max, only e exactly* (HORRIDGE et al., 2004).

As descrições dos conceitos presentes na Onto-ENSINARE são apresentadas a seguir. A definição de cada conceito respeita a composição em níveis da ontologia, acompanhando a princípio os conceitos de *Atividade, Aula, SubTarefas, Atividade, Robos e ComponentesCurriculares.*

Atividade

Um plano de aula é composto principalmente de *Atividade*, *Bloco de Programação* e do *Robô*. Uma atividade é definida por um conjunto de informações necessárias para o desenvolvimento de uma aula. A atividade contém o passo a passo a ser seguido pelo professor. A classe *Atividade* é composta por axiomas lógicos que indicam que uma atividade é composta por um robô, e por *SubTarefas* (que possuem programação) e pela quantidade de tarefa necessária. Atividade é uma classe definida, como ilustrado na **Listagem 1.**

Listagem 1 – Representação Lógica de Descrição da Classe *Atividade*

```
1 Class: Atividade
2      SubClassOf:
3          utiliza some RoboEducador
4          utiliza      some      (TarefaDeLinhaReta      and
           (TemQuantidade value 1))
```

```
5          utiliza some (TarefaDeStart and (TemQuantidade
           value 1))
```

Aula

A classe *Aula* tem como definição os componentes curriculares, duração, objetivos, recursos didáticos e referências. Os axiomas lógicos para completar os planos de aula têm a propriedade componente curricular, passando o operador lógico com a classe *ComponentesCurriculares*, que apresenta o assunto, a duração de cada aula, os objetivos, os recursos didáticos e as referências da aula. *Aula* é uma classe definida na ontologia, como ilustrado na **Listagem 2.**

Listagem 2 – Representação Lógica de Descrição da Classe *Aula*

```
1 Class: Aula
2     SubClassOf:
3               TemComponenteCurricular some Assunto
4               TemDuracao value "2 horas"
5               TemObjetivo value "Objetivo da Aula"
6               TemRecursoDidatico value "Pincel, Kit da
                Lego EV3 Mindstorms"
7               TemReferencia value "Referência da aula"
```

ComponentesCurriculares

Os Componentes Curriculares têm como definição a atividade e a série. O objetivo desse axioma lógico é completar os planos de aula, utilizando a atividade que vem da classe *Atividade*, e a série da atividade. *ComponentesCurriculares* é uma classe definida na ontologia, como ilustrado na **Listagem 3.**

Listagem 3 – Representação Lógica de Descrição da Classe Componentes Curriculares

```
1 Class: ComponentesCurriculares
2     SubClassOf:
3               TemAtividade some Atividade
4               TemSerie value "9 ano"
```

Robos

Os Robôs têm como definição as peças e a quantidade de peças. Os axiomas lógicos do robô educador fornecem a montagem do robô, com o nome das peças e a quantidade de cada

peça. A classe *Robos*, que tem a subclass*e RoboEducador,* são apresentados os axiomas lógicos dessa subclasse definida na ontologia, como ilustrado na **Listagem 4.**

Listagem 4 – Representação Lógica de Descrição da Classe *RoboEducador*

```
1 Class: RoboEducador
2     EquivalentTo: Robos
3          and (TemPeca some Bloco_EV3) and (TemQuantidade
          value 1)))
4          and (TemPeca some (Bloco_conversor_2_Cinza and
          (TemQuantidade value 2)))
5          and (TemPeca some (Bloco_conversor_duplo_3_Preto
          and (TemQuantidade value 2)))
6          and (TemPeca some (Cabo_25 and (TemQuantidade
          value 2)))
7          and    (TemPeca    some    (Eixo_3_cinza    and
          (TemQuantidade value 2)))
8          and    (TemPeca    some    (Eixo_4_preto    and
          (TemQuantidade value 2)))
9          and (TemPeca some (Eixo_com_limitador_4_Cinza
          and (TemQuantidade value 2)))
11         and (TemPeca some (Eixo_com_limitador_8_Cinza
          and (TemQuantidade value 2)))
12         and    (TemPeca    some    (Esfera_de_aco    and
          (TemQuantidade value 1)))
13         and    (TemPeca    some    (Estrutura_5x11    and
          (TemQuantidade value 1)))
14         and    (TemPeca    some    (Estrutura_5x7    and
          (TemQuantidade value 1)))
15         and   (TemPeca   some   (Indicador_branco   and
          (TemQuantidade value 2)))
16         and    (TemPeca    some    (Motor_Grande    and
          (TemQuantidade value 2)))
17         and                (TemPeca                some
          (Pino_Conector_Com_Friccao_3_modulo_azul     and
          (TemQuantidade value 7)))
18         and(TemPeca                                some
          (Pino_Conector_Com_Friccao_Eixo_2_Modulos_Azul
          and (TemQuantidade value 12)))
19         and                                    (TemPeca
          some(Pino_Conector_com_friccao_2_modulo_preto
          and (TemQuantidade value 18)))
20         and                (TemPeca                some
          (Pino_conector_angular_duplo_3x3_cinza       and
          (TemQuantidade value 2)))
21         and                (TemPeca                some
          (Pino_conector_com_bucha_3_vermelho          and
          (TemQuantidade value 4)))
22         and  (TemPeca  some  (Pneu_de_perfil_baixo  and
          (TemQuantidade value 2)))
```

```
23          and (TemPeca some (Roda_43 and (TemQuantidade
            value 2)))
24          and (TemPeca some (Rolamento_de_esfera and
            (TemQuantidade value 1)))
25          and (TemPeca some (Viga_3_preta and
            (TemQuantidade value 2)))
26          and (TemPeca some (Viga_5_Cinza and
            (TemQuantidade value 1)))
27          and (TemPeca some (Viga_Angular_2X4_Vermelha and
            (TemQuantidade value 2)))
28          and (TemPeca some (Viga_angular_2x1_vermelha and
            (TemQuantidade value 2)))
29          and (TemPeca some (Viga_angular_3x7_Cinza and
            (TemQuantidade value 2)))
30          and (TemPeca some
            (Viga_angular_dupla_modulo_3x7_branca and
            (TemQuantidade value 2)))
31          and (TemPeca some
            (Viga_angular_modulo_4_x_4_branca and
            (TemQuantidade value 2)))
32          and (TemPeca some (viga_angular_3x5_cinza and
            (TemQuantidade value 2)))
33          and(TemPeca
            some(Extensor_de_bucha/Extensor_de_bucha_eixo_ve
            rmelho and (TemQuantidade value 2)))
```

SubTarefas

A SubTarefas é composta principalmente de blocos de programação e das *subtarefas*: Tarefa de Linha Reta, Tarefa de Linha Trás, Tarefa de Star, Tarefa de Virada e Tarefa Seguidor de Linha Básico. A *SubTarefas* é definida por um conjunto de blocos de programação que possui informações necessárias para fazer a programação do robô. Nessas *SubTarefas* está descrito o passo a passo sobre como utilizar cada bloco de programação.

TarefaDeLinhaReta

A subclasse *TarefaDeLinhaReta* tem como definição a programação do Robô. O objetivo desse axioma é a programação do robô para andar em linha reta, utilizando o bloco de programação mover direção. *TarefaDeLinhaReta* é uma subclasse definida na ontologia, como ilustrado na **Listagem 5**.

Listagem 5 – Representação Lógica de Descrição da Classe TarefaDeLinhaReta

```
1 Class: SubTarefas
```

```
2       SubClassOf:
3                   TemBlocoProgramacao some BlocoMoverDirecao
```

TarefaDeStart

A subclasse de *TarefaDeStart* tem como definição a programação do robô. O axioma lógico da programação do robô utiliza o bloco de programação *start*, sendo utilizado como o primeiro bloco de programação. *TarefaDeStart* é uma subclasse definida na ontologia, como ilustrado na **Listagem 6**.

Listagem 6 – Representação Lógica de Descrição da Classe TarefaDeStart

```
1 Class: SubTarefas
2       SubClassOf:
3                   utiliza some BlocoStart
```

TarefaDeVirada

A subclasse *TarefaDeVirada* apresenta o axioma lógico da programação do robô para realizar movimentos em graus determinados, utilizando o bloco de programação mover direção. *TarefaDeVirada* é uma subclasse definida na ontologia, como ilustrado na **Listagem 7.**

Listagem 7 – Representação Lógica de Descrição da Classe TarefaDeVirada

```
1 Class: SubTarefas
2       SubClassOf:
3                   TemBlocoProgramacao some BlocoMoverDirecao
```

TarefaDeSeguidorDeLinhaBasico

Na definição descrita na subclasse de *TarefaDeSeguidorDeLinhaBasico*, o axioma utiliza o bloco de programação mover direção e o bloco do ciclo para permitir que o robô siga em linha usando o sensor de cor. *TarefaDeSeguidorDeLinhaBasico* é uma subclasse definida na ontologia, como ilustrado na **Listagem 8.**

Listagem 8 – Representação Lógica de Descrição da Classe

```
1 Class: SubTarefas
2     SubClassOf:
3                 TemBlocoProgramacao some BlocoMoverDirecao
4                 TemBlocoProgramacao some BlocoCiclo
```

3.5 Definições das Propriedades das Classes

Com o propósito de relacionar as classes contidas na ontologia, foram estabelecidas 12 (doze) *Object Proterties* e 11 (onze) *Data Properties*. Em relação aos *object properties,* são descritas com domínio e imagens específicas e podem ser caracterizados como *funcionais, inversas, reflexivas, irreflexivas, simétricas, assimétricas ou transitivas* (GÓMEZ-PÉREZ, 2004). Na ontologia foram utilizadas as características inversas e funcionais. No Quadro 2, são apresentadas as propriedades, o domínio, a imagem e a inversa.

Quadro 2 – *Object property* da ontologia Onto-ENSINARE

Propriedade	**Domínio**	**Imagem**	**Inversa**
TemAtividade	ComponentesCurriculares	Atividade	EAtividadeDe
TemBlocoProgramacao	BlocoProgramacao, Pecas, Robos e SubTarefas	BlocoProgramacao	EBlocoProgramaDE
TemComponenteCurricular	Aula	ComponentesCurriculares	ECompoenteCurricular
TemPeca	Robos	Pecas	EPecaDe
TemSubtarefa	Atividades	SubTarefas	ESubTarefaDe
Utiliza	Atividade, SubTarefas	Robos, SubTarefas	EUtilizado
EAtividadeDe	Atividade	ComponentesCurriculares	TemAtividade
EBlocoProgramaDE	BlocoProgramacao	BlocoProgramacao, Pecas, Robos e SubTarefas	TemBlocoProgramacao
ECompoenteCurricular	ComponentesCurriculares	Aula	TemComponenteCurricular
EPecaDe	Pecas	Robos	TemPeca
ESubTarefaDe	SubTarefas	Atividade	TeSubTarefa

EUtilizado	Robos, SubTarefas	Atividade e SubTarefas	utiliza

Fonte: Autoria Própria

O próximo passo consiste em definir as propriedades de dados (*Data Property*) da ontologia. Ao todo, foram definidas 11 (onze) propriedades. Também foram definidos a propriedade, domínio, imagem e características, que se referem ao tipo de dado que será instanciado, por exemplo, se os dados serão do tipo *string, boolean, int*, entre outros. A estrutura final da ontologia, após a definição das suas *data properties*, é apresentada no Quadro 3. Observa-se que, para cada *data property,* foram definidos o domínio e o tipo de dado relacionado. As propriedades *PertenceDisciplina*, *TemHistoria* e *TemSerie* têm como domínio a classe *ComponentesCurriculares* e possuem como imagem o tipo *string*. As propriedades *TemDescricao* e *TemNome* têm como domínio as classes *Atividade* e *ComponentesCurriculares* e também são do tipo de dado *string*. As propriedades *TemDuracao*, *TemObjetivo*, *TemRecursoDidatico* e *TemReferencia* têm como domínio a classe *Aula* e têm como imagem o tipo de dado *string*. A propriedade *TemMontagem* tem como domínio a classe *Pecas* e se associa ao tipo de dado *string*. A propriedade *TemQuantidade* está relacionada ao domínio das classes *Programacao* e *Pecas* e se liga ao tipo de dado *integer* e são todas do tipo funcional.

Quadro 3 – *Data property* da ontologia Onto-ENSINARE

Propriedade	**Domínio**	**Imagem**	**Características**
PertenceDisciplina	ComponentesCurriculares	xsd:string	Funcional
TemDescricao	Atividade e ComponentesCurriculares	xsd:string	Funcional
TemDuração	Aula	xsd:string	Funcional
TemHistoria	ComponentesCurriculares	xsd:string	Funcional
TemMontagem	Pecas	xsd:string	Funcional
TemNome	Atividade e ComponentesCurriculares	xsd:string	Funcional
TemObjetivo	Aula	xsd:string	Funcional
TemQuantidade	BlocoProgramacao e Pecas	xsd:integer	Funcional

TemRecursoDidatico	Aula	xsd:string	Funcional
TemReferencia	Aula	xsd:string	Funcional
TemSerie	ComponentesCurriculares	xsd:string	Funcional

Fonte: Autoria Própria

3.6 Verificação da ontologia

A verificação é uma atribuição de mensurar a qualidade de uma ontologia (VRANDECIC 2009). É de suma importância que a ontologia apresente resultados corretos, para que outros sistemas possam utilizar esses resultados em suas aplicações. Partindo desse conceito, é necessário a avaliação de uma série de critérios para verificar a corretude da ontologia. Para avaliar a ontologia proposta, foram aplicados os critérios de verificação, validação e avaliação propostos por Gómez-Pérez (2004).

A primeira etapa do critério de verificação foi realizada por meio do *Reasoner Pellet,* suportado pela ferramenta *Protégé* como um *plugin* adicional. Ao executar esse *reasoner*, o seu motor de inferência, verificou que a hierarquia de classe inferida ficou equivalente à classe definida. Isso indica que as classes da ontologia estão consistentes, ou seja, não apresentam nenhum tipo de ambiguidade conceitual.

Do mesmo modo, foi realizada a verificação das propriedades de *object properties* e *data properties* definida e inferida. Isso indica que as propriedades estão ligadas corretamente dentro da hierarquia predeterminada e as relações entre classes e subclasses não possuem inconsistência.

A segunda etapa do processo é uma verificação guiada pelas questões de competências (GRÜNINGER et al., 1995). Nessa etapa, as questões de competências devem ser formalizadas em uma linguagem de consulta SPARQL, por meio da ferramenta, e usadas na ontologia (VRANDEČIĆ, 2009).

A primeira consulta corresponde à questão “Qual tipo de robô pode ser utilizado em uma determinada atividade da matemática?”. Nessa consulta destaca-se o conteúdo, assunto, disciplina, atividade e o robô que pode ser utilizado com eles. Ressalta-se que na versão inicial da ontologia foi modelado apenas o robô educador. Entretanto, esse robô é capaz de auxiliar na execução de diversas atividades de matemática do ensino fundamental II. Além disso, ele é de fácil montagem, por isso pode ser amplamente utilizado em sala de aula como

recurso educacional. Na Tabela 2, apresenta-se a primeira consulta SPARQL, na qual buscou-se obter as classes de robôs que têm relação com classes de atividade. No código apresentado entre as linhas 8 e 10, visou-se obter as classes que representam os conteúdos que são componentes curriculares da matemática. Na segunda parte, no código presente entre as linhas 11 e 13, buscou-se quais atividades têm relação com os conteúdos trazidos na primeira parte da consulta, associadas à classe robôs. Por fim, no código escrito nas linhas 14 e 15, as classes obtidas na consulta anterior são de fato confirmadas como robôs, pois elas têm que ser filhas da classe robô educador (modelo padrão do kit *Lego Mindstorms*EV3).

Tabela 2 – Consulta SPARQL para a resolução da primeira questão de competência da ontologia

QC 1 - Qual tipo de robô pode ser utilizado em uma determinada atividade da matemática?
Consulta SPARQL

```
1. PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
2. PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>3
3. PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
4. PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
5. PREFIX ont: <http://www.semanticweb.org/les-10/ontologies/2019/8/untitled-ontology-12#>
6. SELECT ?conteudo ?AtividadeEspecifica ?Robos ?Programacao
7. WHERE{
8.        ?conteudo rdfs:subClassOf ?Assuntos.
9.       ?Assuntos rdfs:subClassOf*  ?Disciplina.
10.       ?conteudo rdfs:subClassOf ont:ComponentesCurriculares.
11.       ?conteudo rdfs:subClassOf ?atividade.
12.       ?atividade owl:someValuesFrom ?AtividadeEspecifica.
13.       ?AtividadeEspecifica rdfs:subClassOf ?robo.
14.       ?robo owl:someValuesFrom ?Programacao.
15.       ?Robos rdfs:subClassOf ont:Robos.
16. }
```

Fonte: Autoria Própria

A segunda consulta corresponde à questão “Quais peças utilizar na montagem de um robô para realizar uma certa atividade?”. Nessa consulta, destacam-se as peças, sua descrição e quantidade de peças para a montagem do robô educador. Na Tabela 3, é apresentada a estrutura da consulta SPARQL, na qual buscou-se alcançar as informações da classe robô. No código apresentado nas linhas 8 a 14, buscou-se obter as peças da classe *RoboEducador* para

a montagem. O código presente na linha 15 assegura que a classe robô educador terá a quantidade de peças do robô e o código da linha 16 obtém a descrição de cada peça do robô.

Tabela 3 – Consulta SPARQL para a resolução da segunda questão de competência da ontologia

QC 2 - Quais peças utilizar na montagem de um robô para realizar uma certa atividade?”
Consulta SPARQL
1. PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
2. PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
3. PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
4. PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
5. PREFIX ont: <http://www.semanticweb.org/les-10/ontologies/2019/8/untitled-ontology-12#>
6. SELECT DISTINCT ?pecas ?Descricao ?quantidade
7. WHERE {
8. ont:RoboEducador owl:equivalentClass/owl:intersectionOf ?list .
9. ?list rdf:rest*/rdf:first ?element .
10. ?element owl:someValuesFrom ?montagem .
11. ?montagem owl:intersectionOf ?pecasLista1 .
12. ?montagem owl:intersectionOf ?pecasLista2 .
13. ?pecasLista1 rdf:rest*/rdf:first ?pecas .
14. ?pecasLista2 rdf:rest*/rdf:first ?peca2 .
15. ?peca2 owl:hasValue ?quantidade.
16. ?pecas rdfs:comment ?Descricao
17. FILTER NOT EXISTS {?pecas owl:onProperty ont:TemQuantidade}
18. }

Fonte: Autoria Própria

A terceira e última consulta corresponde à questão “Para um conteúdo de matemática e um determinado modelo de robô, que programações são possíveis para realização de uma atividade?”. Essa consulta tem como necessidade de avaliar o conteúdo, atividade específica, robôs e programação para uma atividade de Matemática. Na Tabela 4, é apresentada a estrutura da consulta SPARQL, na qual buscou-se encontrar as possíveis programações relacionadas a um determinado conteúdo e modelo de robô. No código apresentado nas linhas 8 e 9, buscou-se obter as classes que apresentam os conteúdos que são componentes curriculares de matemática. No código escrito nas linhas 10 e 11, procura-se quais conteúdos

estão relacionados com uma atividade específica. No código mostrado nas linhas 13 e 14, busca-se obter as classes dos robôs e a programação específica de cada atividade. Por fim, no código presente na linha 15, visou-se obter as classes que são robôs, pois têm relação com a classe robô educador.

Tabela 4 – Consulta SPARQL para a resolução da terceira questão de competência da ontologia

QC 3 - Para um conteúdo de matemática e um determinado modelo de robô, que programações são possíveis para realização de uma atividade?
Consulta SPARQL
1. PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
2. PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>3
3. PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
4. PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
5. PREFIX ont: <http://www.semanticweb.org/les-10/ontologies/2019/8/untitled-ontology-12#>
6. SELECT ?conteudo ?AtividadeEspecifica ?Robos ?Programacao
7. WHERE{
8. ?subclasseaula owl:someValuesFrom ?conteudo.
9. ?conteudo rdfs:subClassOf ont:ComponentesCurriculares.
10. ?conteudo rdfs:subClassOf ?atividade.
11. ?atividade owl:someValuesFrom ?AtividadeEspecifica.
12. ?AtividadeEspecifica rdfs:subClassOf ?robo.
13. ?robo owl:someValuesFrom ?Programacao.
14. ?programacao owl:someValuesFrom ?Robos.
15. ?Robos rdfs:subClassOf ont:Robos.
16. FILTER NOT EXISTS {?Programacao rdfs:subClassOf* ont:Robos}
17. }

Fonte: Autoria Própria

3.7 Considerações finais

Neste capítulo foi descrita a ontologia proposta, que tem como objetivo servir de base para a construção do sistema SCIENCE. Foi utilizado um motor de inferência para verificar a consistência da ontologia, além da inferência e classificação da mesma. O motor de inferência não encontrou nenhum erro de inconsistência na modelagem. As classes, os objetos e os

dados de propriedades inferidos pelo motor de inferência são exatamente os mesmos que foram afirmados.

Por fim, foram verificadas a completude e a corretude da ontologia. Nessa etapa, foi verificado se tudo o que deveria estar na ontologia está claro, ou pode ser inferido, e se a ontologia não possui definições desnecessárias, inúteis ou redundantes. Desse modo, é viável observar as classes ou propriedades que não possuem relação com a ontologia. No próximo capítulo, apresenta-se o sistema SCIENCE, que se utiliza da ontologia apresentada neste capítulo, bem como a validação do mesmo.

4 SCIENCE – SISTEMA DE GERAÇÃO INTEGRADO DE PLANOS DE AULA PARA O ENSINO APOIADO POR ROBÓTICA EDUCACIONAL

Neste capítulo, trata-se do desenvolvimento do **S**istema de Gera**Ç**ão **I**ntegrado de planos de aula para o **EN**sino apoiado por Robóti**C**a **E**ducacional (SCIENCE). Na primeira seção apresenta-se uma visão geral do sistema. Na segunda, as funcionalidades do sistema proposto. E, por fim, descreve-se sua implementação.

4.1 Visão geral

O sistema desenvolvido tem como nome SCIENCE e foi idealizado para ser um sistema gerador de planos de aula de matemática. O plano gerado pelo sistema se destaca, pois, além de seguir a estrutura de um plano comum, incluindo componentes curriculares, série, duração, conteúdo, assunto, recursos didáticos, objetivos, atividades, robôs, peças, programação e referência, tem como objetivo principal inserir a robótica educacional como recurso de ensino de matemática. É um sistema web no qual os professores poderão realizar um cadastro contendo suas informações pessoais em um banco de dados, fazer busca simples e busca avançada de aulas de Matemática.

Para o desenvolvimento do sistema SCIENCE, foi utilizada no *Front-End* a linguagem *JavaScript* (FLANAGAN, 2004), com a utilização das bibliotecas *NodeJS* (TEIXEIRA, 2012) e *React App* (GACKENHEIMER, 2015); para o *Back-End* foi utilizada a linguagem de programação Java com os *frameworks* do *Spring Boot* (WALLS, 2016) e *Hibernate* (LINWOOD, 2010) e a ferramenta *Maven* (MILLER, 2010). E, para o armazenamento de informações foi escolhido o banco de dados PostgreSQL. A linguagem de programação, ferramentas e *frameworks* foram escolhidos devido à facilidade para a utilização com a ontologia.

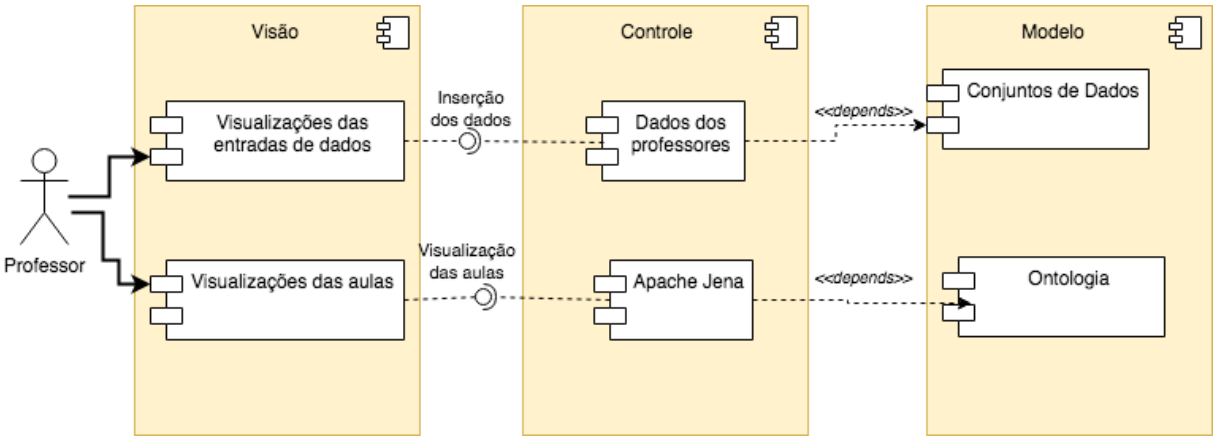
Além desses recursos, foram utilizados o HTML (*HyperText Markup Language*) e o CSS (*Cascading Styte Sheets*), ambos indispensáveis para o desenvolvimento de aplicações *Web*. O *GitHub* foi utilizado para hospedagem de código e controle de versões.

Na versão atual do SCIENCE o conteúdo cadastrado é apenas de aulas de matemática do 6º ao 9º ano do ensino fundamental II. Em versões futuras, outros conteúdos, inclusive de outras disciplinas, poderão ser cadastrados.

4.1.1 Arquitetura do sistema

Para a organização dos componentes do SCIENCE, foi utilizado o padrão arquitetural MVC (*Model* - *View* - *Controller*) (SOMMERVILLE, 2011). O padrão MVC tem como objetivo separar a aplicação em três camadas: visão, controle e modelo, o qual foi adotado para implementação do sistema SCIENCE, como pode ser visto na Figura 7.

Figura 7 – Diagrama de compentes do sistema SCIENCE



Fonte: Autoria Própria.

A camada de Modelo é responsável pela manipulação dos dados internos da aplicação, a ontologia Onto-ENSINARE, os serviços de um conjunto de dados e os futuros algoritmos de recomendação. A camada de Visão é responsável pela interface apresentada aos usuários, enviando informações para a camada de controle. A camada de Controle é responsável por manipular as informações da camada de Visão e delegar as solicitações à camada de Modelo, na qual são implementadas as regras de negócio da aplicação. A camada de Visão é composta por dois módulos, um é responsável pela interação do usuário com o sistema e o outro por apresentar as visualizações do sistema.

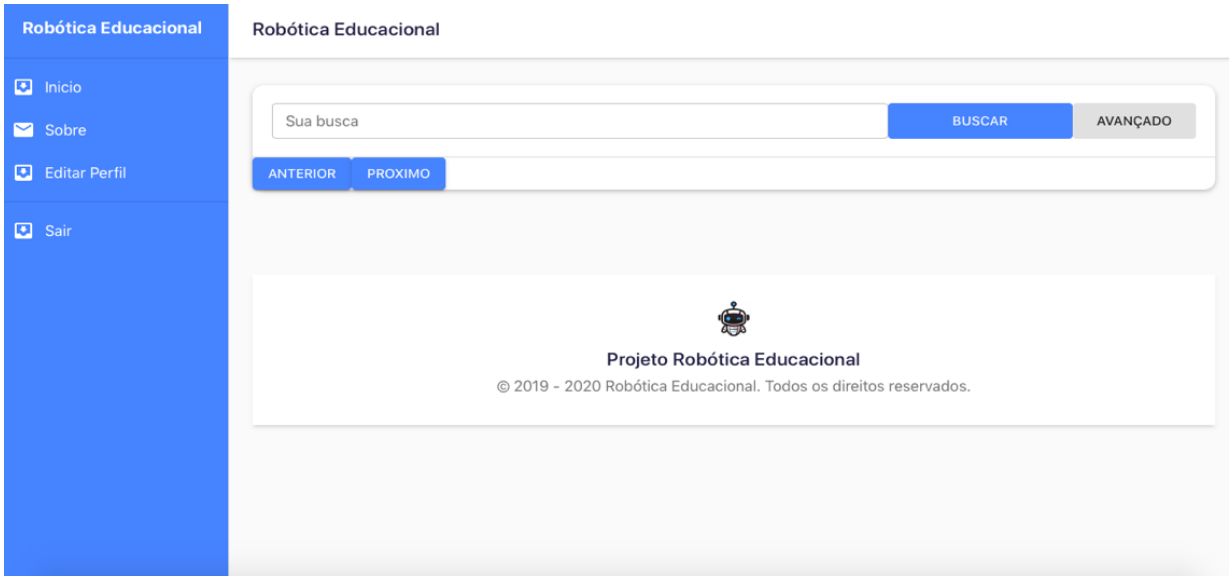
4.2 Funções do sistema

Levando em conta a problemática apresentada na seção 1.3, que relata o uso da robótica educacional, esta seção apresenta o sistema SCIENCE. Tal sistema permite a geração de planos de aula de matemática com o uso da robótica educacional.

4.2.1 Tela Inicial

O sistema SCIENCE conta com um *site* [8]que pode ser acessado por qualquer dispositivo com acesso à internet, na tela inicial, o professor poderá fazer uma busca colocando o conteúdo ou assunto de matemática do 6º ao 9º ano do ensino fundamental. Também poderá editar seu perfil, consultar a opção "sobre", que apresenta informações do sistema, e a opção sair, conforme apresentado na Figura 8.

Figura 8 – Tela Inicial



Fonte: Autoria Própria.

Após entrar no sistema SCIENCE, o conteúdo exibido é montado a partir do ranqueamento de visualização das aulas, considerando todos os usuários do sistema. Dessa forma, para cada professor que visualizar uma aula, será contabilizada uma visualização na aula, conforme apresentado na Figura 9.

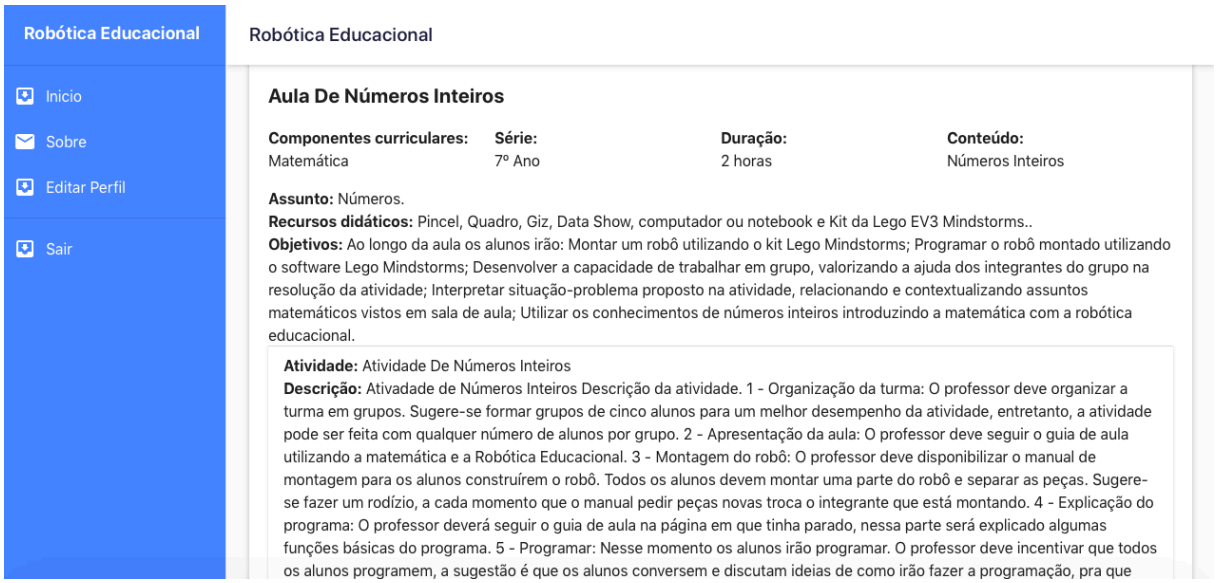
[8] Disponível em: http://www.science-robotica.herokuapp.com/login.

Figura 9 – Aulas visualizadas

Fonte: Autoria Própria.

O plano de aula, gerado para o professor aplicar nas suas aulas de matemática, deve conter os seguintes detalhes: componentes curriculares, série, duração, conteúdo, assunto, recursos didáticos, objetivos, atividades, robôs, peças, programação e referência, conforme é apresentado na Figura 10 e descrito complementando no (Apêndice A).

Figura 10 – Plano de Aula

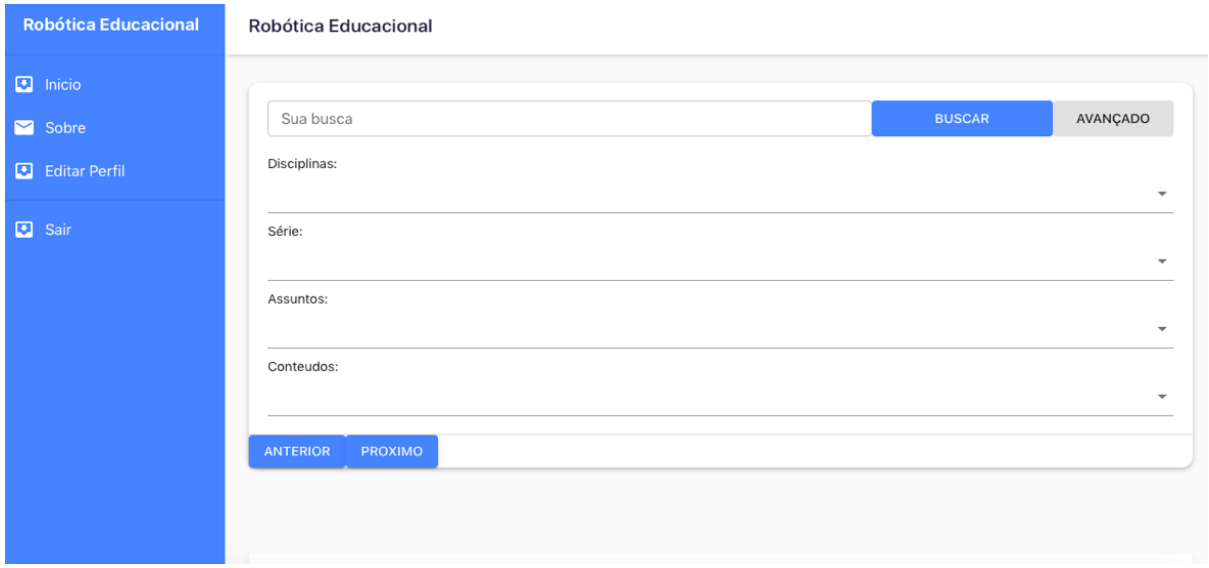


Fonte: Autoria Própria.

4.2.2 Busca Avançada

Na busca avançada, o professor poderá fazer buscas de aulas com mais detalhes, por exemplo, adicionando a disciplina, a série, o conteúdo e o assunto, conforme é apresentado na Figura 11.

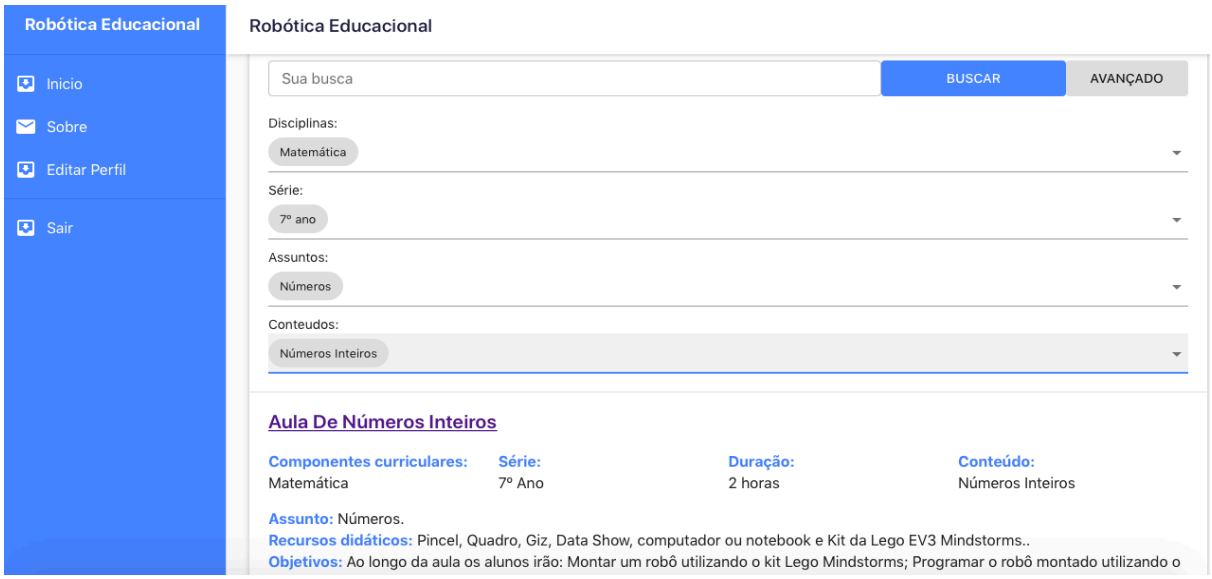
Figura 11 – Formulário de busca avançada



Fonte: Autoria Própria.

Na versão atual do SCIENCE, os planos de aula disponíveis são de matemática do 6º ao 9º ano do ensino fundamental II para os assuntos de Números, Álgebra, Geometria, Grandezas e Medidas, Probabilidade e Estatística. Depois de escolher o assunto, o conteúdo será selecionado de acordo com as informações inseridas pelo usuário, conforme é apresentado na Figura 12.

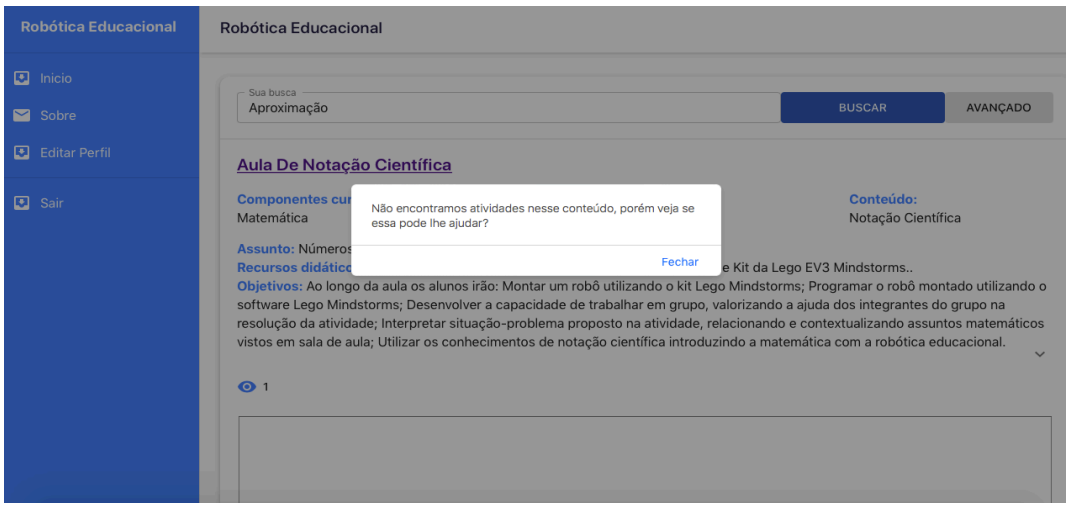
Figura 12 – Exemplo de busca avançada por um conteúdo



Fonte: Autoria Própria.

Na busca de um conteúdo que não está disponível no sistema SCIENCE, será enviada para o usuário uma mensagem com a seguinte informação: “Não encontramos atividade desse conteúdo, porém veja se essa pode lhe ajudar?” Sendo assim, o sistema irá retornar uma recomendação de plano de aula baseado na série e nos assuntos buscados pelos professores, conforme é apresentado na Figura 13.

Figura 13 – Busca de conteúdos que não estão no sistema



Fonte: Autoria Própria.

4.3 Implementação

As bases de dados do SCIENCE apresentam duas estruturas, uma é utilizada para o armazenamento das informações dos usuários no sistema e a outra contém a ontologia de domínio. A ontologia de domínio tem por finalidade armazenar as informações das aulas de matemática e também os elementos da robótica educacional. A descrição da ontologia foi apresentada em detalhes no Capítulo 3.

O sistema SCIENCE provê mecanismos para geração automática de atividade de matemática por meio de atividades práticas com o apoio da robótica educacional, os quais podem ser usados por professores como plano de aula ou parte deles. Esse gerenciamento do conhecimento está na ontologia Onto-ENSINARE. Já o gerenciamento dos dados cadastrais dos professores e conteúdos visualizados, está no banco de dados.

4.4 Validação do SCIENCE

Nesta seção, é apresentada a validação do sistema SCIENCE. As questões de validação se baseiam no método TAM (*Technology Acceptance Model*), conforme orientado pelo trabalho de Davis (1989).

Para validação do sistema SCIENCE, foi realizado o primeiro contato com os professores de matemática das escolas onde acontecem os projetos de extensão PENSARE e Robot em Ação, além do contato com professores de outras escolas da rede pública. Nesse primeiro contato, foram apresentados os objetivos da pesquisa e foi explicado como seria a validação. Após a aceitação do professor, foi enviado o questionário de pré-teste e foram marcadas sessões de, no máximo, duas horas, para cada professor. Essas sessões se iniciaram com uma apresentação sobre a ferramenta, seguida pelo envio do link de acesso. Em seguida foram disponibilizados 60 minutos para que os professores utilizassem o sistema. Ao final da sessão foi disponibilizado o questionário pós-teste.

Para contemplar os objetivos desta pesquisa, foi elaborado um conjunto de atividades que guiaram o experimento durante o período estabelecido. No teste do sistema, foram coletados dados em dois momentos diferentes, denominados de pré-teste e pós-teste.

1. Pré-teste (Apêndice A): nessa etapa foi desenvolvido um questionário para coleta de dados referentes ao perfil do professor, à sua experiência com o ensino com e as

metodologias aplicadas na escola, a experiência com a utilização de ferramentas computacionais e os conhecimentos relacionados à robótica educacional.

2. Pós-teste (Apêndice B): nessa etapa, foi aplicado um questionário para coleta de dados, que se refere à validação e à aceitação do sistema SCIENCE.

4.5 Objetivo da validação

O objetivo foi investigar a aceitação do sistema SCIENCE e validar seu propósito de facilitar o emprego da robótica educacional nas aulas de matemática, mesmo que o professor não tenha domínio de RE. Desse modo, buscou-se coletar dados relacionados às experiências vivenciadas pelos usuários (professores de matemática do ensino fundamental II) com o sistema e as informações de planos de aula de matemática utilizando a robótica educacional. Além disso, buscou-se identificar possíveis melhorias para o sistema SCIENCE.

4.6 Amostragem

O experimento foi executado com a participação de 11 (onze) professores de escolas públicas municipais e estaduais das cidades de Mossoró e Nova Cruz, no Rio Grande do Norte, Piancó, Sapé, Rio Tinto e Mamanguape, na Paraíba, durante o período de 13 a 19 de agosto de 2020. Antes de iniciar o processo de validação, foi apresentado aos professores, o Termo Consentimento Livre Esclarecimento – TCLE, o qual foi fornecido para eles em uma versão do *Google Forms,* sendo posteriormente preenchido por todos os participantes. No início da validação, os participantes preencheram o questionário de pré-teste, tiveram acesso ao manual do sistema e receberam acesso ao sistema por meio do link: www.encurtador.com.br/abwH5 e o acesso ao SCIENCE.

4.7 Formulário de coleta de dados

O questionário pré-teste tem o objetivo de identificar os dados dos participantes e o impacto da utilização do sistema, comparando as perguntas equivalentes presentes no pós-teste. Diante disso, elaborou-se um questionário para avaliar e mensurar os conhecimentos sobre o uso das tecnologias e o uso da robótica educacional.

O questionário de pós-teste foi feito com base na metodologia TAM, com o objetivo de apresentar fatores externos relacionados à prototipagem do sistema, em relação às intenções

de uso do protótipo (DAVIS, 1989). Ainda conforme esse autor, o TAM se fundamenta basicamente em Utilidade Percebida (grau em que uma pessoa acredita no uso do protótipo para poder melhorar sua atividade) e Facilidade de Uso Percebido (grau em que as pessoas possuem tendências em usar ou não uma tecnologia que venha a melhorar o seu desempenho nas suas atividades no trabalho).

6.4 Questionário do pré-teste

Nessa etapa foi aplicado um questionário para traçar o perfil dos professores participantes. O questionário de pré-teste inclui, entre outras, perguntas relacionadas à frequência e acesso às tecnologias e sua utilização nas atividades de ensino. Em seguida, os professores foram convidados a utilizar o sistema. Para isso, foram apresentadas algumas funcionalidades do SCIENCE, a interação, o uso, e, para finalizar, o professor realizou o cadastro para usar o sistema. No Quadro 4, são apresentadas as questões do pré-teste.

Quadro 4 – Questões do pré-teste

Perfil dos professores	
ID	Perguntas
#TI1	Endereço de e-mail:
#TI2	Idade:
#TI3	Cidade:
#TI4	Instituição onde trabalha
#TI5	Em que tipo de escola você ministra aula?
#TI6	Qual disciplina(s) você leciona na escola?
#TI7	A escola em que você trabalha tem laboratório de informática?
#TI8	Você utiliza computador nas suas aulas?
#TI9	Você utiliza computador em casa?
#TI10	Você utiliza alguma ferramenta tecnológica nas suas aulas? Se a resposta for sim, quais?
#TI11	Com qual frequência você utiliza o computador?
#TI12	Você tem acesso à internet em casa?
#TI13	Você tem acesso à internet no trabalho?
#TI14	Como você conheceu a robótica educacional?
Matemática e robótica educacional	
#TI15	Qual o seu grau de conhecimento em relação à robótica educacional?
#T16	Você tem alguma dificuldade ou resistência de utilizar uma ferramenta computacional para o auxílio no ensino de matemática? Se a resposta for sim, indique o motivo.
#TI17	Você acredita que a escola onde trabalha tem estrutura para aderir às novas tecnologias para o ensino de matemática?

#TI18	Você acredita que seus alunos teriam dificuldade para utilizar uma ferramenta computacional ou outra tecnologia voltada para o aprendizado de matemática? Se a resposta for sim, indique quais.
#TI19	Você conhece ou sabe a utilidade da robótica educacional para o ensino da matemática?
#TI20	Você ministraria uma aula de matemática utilizando recursos de robótica educacional?
#TI21	Na sua opinião, qual a relevância de se incluir robótica educacional nos currículos escolares?
#TI22	Na sua opinião, quão difícil é ensinar matemática utilizando recursos de robótica educacional?
#TI23	O que você acha que é mais difícil na robótica educacional?
#TI24	Na sua opinião, utilizando prática de robótica nas aulas de matemática, o aprendizado seria melhorado?
Pré-teste	
#TI25	Você utilizaria um sistema que recomendasse planos de aula?
#TI26	Você acredita que os alunos teriam mais interesse nas aulas de matemática utilizando atividades práticas de robótica?
#TI27	Com seu conhecimento atual, conseguiria elaborar uma aula prática de matemática utilizando robótica?
#TI28	Com seu conhecimento atual, conseguiria lecionar uma aula prática de matemática utilizando robótica?
#TI29	Com seu conhecimento atual, você acredita que qualquer conteúdo matemático pode ser abordado usando robótica educacional?
#TI30	Você utilizaria um sistema onde professores pudessem compartilhar planos de aula de matemática utilizando robótica educacional?
#TI31	Você utilizaria um sistema que lhe retornasse ou apresentasse planos de aula de matemática utilizando robótica educacional?
#TI32	Você teria interesse em utilizar robótica educacional nas suas aulas se houvesse um guia ou plano de aulas detalhado?

Fonte: Autoria Própria

4.8 Questionário de pós-teste

Na terceira etapa, os professores de matemática avaliaram o SCIENCE e as atividades propostas por meio de um questionário de pós-teste. Logo após o participante ter respondido o questionário de pré-teste sobre a matemática e a robótica educacional e ter utilizado o SCIENCE, foi realizado um questionário de pós-teste sobre a visão do usuário em relação à ferramenta para a geração de planos de aula, com questões relacionadas à aceitação do sistema proposto. O questionário de aceitação consiste em um conjunto de questões formuladas a partir da escala de *Likert* (COSTA, 2011). Esta pesquisa utilizou as seguintes afirmações da escala de *Likert*: discordo totalmente; discordo parcialmente; não concordo

nem discordo; concordo parcialmente; concordo totalmente. No Quadro 5, são apresentadas as questões do pós-teste.

Quadro 5 – Questões do pós-teste

Relação ao sistema	
ID	Perguntas
#TF1	O Sistema retorna aulas de acordo com a busca realizada?
Com relação à precisão do sistema	
#TF2	Você está satisfeito com a precisão dos planos de aula retornados ou apresentados pelo sistema?
#TF3	O sistema apresenta erros nas aulas geradas?
#TF4	As aulas de matemática utilizando robótica educacional se adaptam facilmente com os conteúdos dados em sala de aula?
Relação das aulas de matemática com robótica educacional	
#TF5	Os planos de aula estão de acordo com suas necessidades?
#TF6	O sistema apresenta aulas suficientes?
Aceitação do SCIENCE	
#TF7	Você utilizaria o sistema SCIENCE nas suas aulas?
#TF8	O SCIENCE ajudaria no ensino da matemática com a robótica educacional?
#TF9	É possível utilizar o sistema SCIENCE como ferramenta de ensino de matemática?
Pós-teste	
#TF10	Você utilizaria um sistema que recomendasse planos de aula?
#TF11	Você acredita que os alunos teriam mais interesse nas aulas de matemática utilizando atividades práticas de robótica?
#TF12	Com seu conhecimento atual, conseguiria elaborar uma aula prática de matemática utilizando robótica?
#TF13	Com seu conhecimento atual, conseguiria lecionar uma aula prática de matemática utilizando robótica?
#TF14	Com seu conhecimento atual, você acredita que qualquer conteúdo matemático pode ser abordado usando robótica educacional?
#TF15	Você utilizaria um sistema onde professores pudessem compartilhar planos de aula de matemática utilizando robótica educacional?
#TF16	Você utilizaria um sistema que lhe retornasse ou apresentasse planos de aula de matemática utilizando robótica educacional?
#TF17	Você teria interesse em utilizar robótica educacional nas suas aulas se houvesse um guia ou plano de aulas detalhado?

4.9 Resultados

4.9.1 Perfil do participante

A análise do perfil dos participantes foi feita por meio das questões que estão no Quadro 4. As questões #TI1, #TI2, #TI3, #TI$, #TI5 e #TI6 evidenciaram que os participantes envolvidos nesta pesquisa são professores com idade entre 27 a 42 anos, que trabalham em escolas municipais e estaduais e lecionam no ensino fundamental II a disciplina de matemática.

Na questão #TI7, *A escola em que você trabalha tem laboratório de informática?*, entre os professores que responderam, 54,5% informaram que possui laboratório de informática e 45,5% responderam que a escola não possui laboratório de informática. Esses números refletem a situação de fragilidade da infraestrutura das escolas públicas, visto que todos os participantes trabalham em instituição dessa natureza.

Na questão #TI8 e #TI9, sobre a utilização do computador nas suas aulas e sobre a utilização computador em casa, 36,4% dos participantes responderam que não utilizam computador nas suas aulas e 63,6% afirmaram que utilizam computador nas aulas. Esses números indicam que os professores utilizam o computador na sala de aula. Em relação à utilização do computador em casa, 100% dos professores disseram que utilizam computador em casa.

Na questão #TI10, *Você utiliza alguma ferramenta tecnológica nas suas aulas? Se a resposta for sim, quais?,* entre os professores que responderam, 18,2% dos professores responderam que não utilizavam nenhuma tecnologia nas suas aulas e 88,8% dos professores disseram que utilizam alguma tecnologia em suas aulas. Na Tabela 5, são apresentadas algumas ferramentas tecnológicas utilizadas nas aulas.

Tabela 5 – Você utiliza alguma ferramenta tecnológica nas suas aulas?

Professores	**Ferramentas**
Professor 1	*"Software GeoGebra, entre outros"*
Professor 2	*"Mesa digitadora, microfone e datashow"*
Professor 3	*"Aplicativo do GeoGebra, power point, celular e o excel"*
Professor 4	*"Jogos, GeoGebra, simuladores e aplicativos"*
Professor 5	*"Utilizo meu netbook com o datashow da escola como ferramenta auxiliadora".*
Professor 6	*"GeoGebra e o tracker"*
Professor 7	*"Software – Geometria Dinâmica, slides e vídeos"*

Professor 8	*"Projetor multimídia, mesa digitalizadora, Plataforma de Ensino (Google Classroom, Google Meet)"*
Professor 9	*"Computador e datashow"*

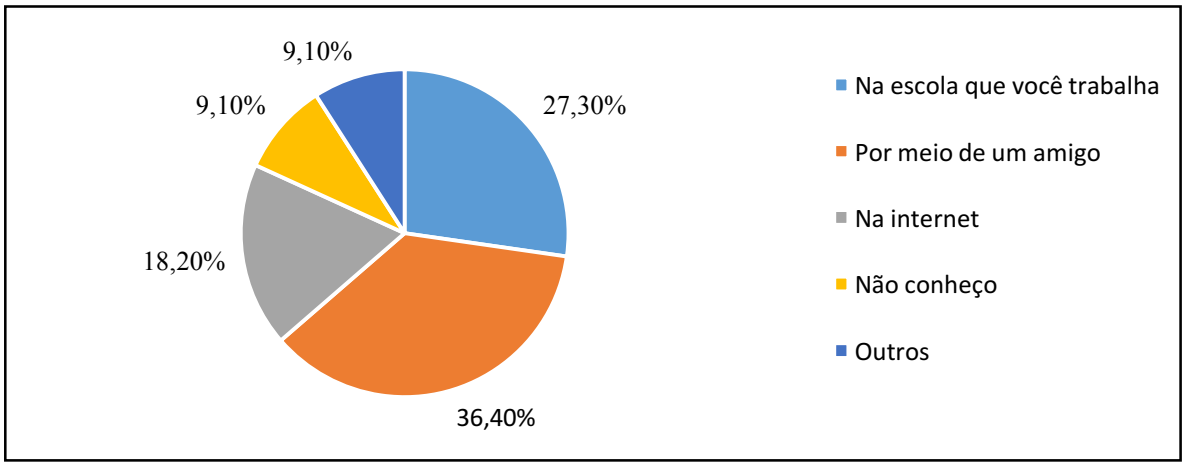
Fonte: Autoria Própria

Quando foi abordado o uso das ferramentas tecnológicas nas aulas, um total de 9 (nove) professores informaram que utilizam algum tipo de ferramenta, destes, 4 (quatro) utilizam o *software* do GeoGebra em suas aulas, outros 4 (quatro) utilizam datashow e 1 utiliza a mesa digitadora.

As questões #TI11, #TI12 e #TI13 abordam a utilização frequente do computador e o acesso à internet em casa e no trabalho. 81,9% dos participantes têm acesso ao computador todos os dias em casa, 9,1% de 3 a 4 dias por semana e 9,1% utilizam o computador em casa 5 ou 6 dias por semana. Todos os participantes (100%) têm internet em casa, e, na questão que diz a respeito à internet na escola, 81,8% responderam que têm acesso no trabalho, enquanto 18,2% dos participantes disseram que na escola não têm acesso à internet.

Na Figura 14, apresenta-se o resultado da questão #TI14, *Como você conheceu a robótica educacional*? Observa-se que 36,4% dos participantes conheceram por meio de um amigo, 27,3% dos participantes conheceram na escola em que trabalham, 18,2% conheceram por meio da internet, 9,1% dos participantes não conhecem a robótica educacional e 9,1% do participante responderam outros, sendo que ele teve contato com robótica educacional na escola que ele trabalha.

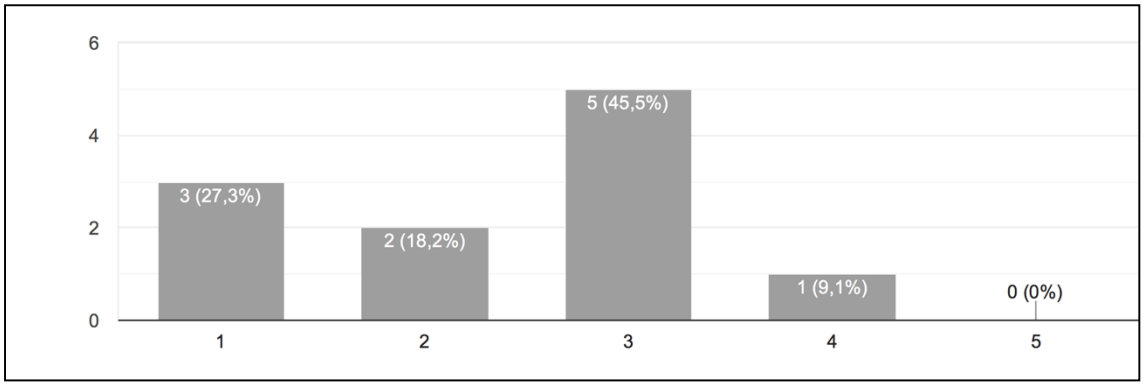
Figura 14 – Respostas da pergunta #TI14



4.9.2. Matemática e a robótica educacional

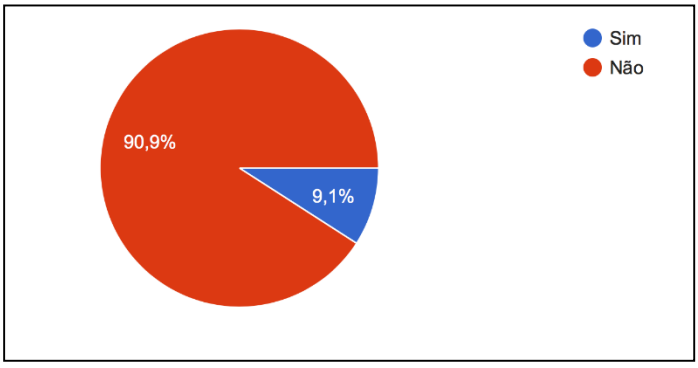
Na Figura 15, apresenta-se o resultado da questão #T15, *Qual seu grau de conhecimento a relação da robótica educacional*? A maioria dos participantes respondeu que não conseguiriam utilizar robótica. A maioria tem pouco ou nenhum conhecimento, ou seja, 91% é um percentual relativo às respostas 1, 2 e 3, enquanto 9,1% dos entrevistados dizem ter bom conhecimento. Logo, isso pode representar uma dificuldade para eles terem iniciativa de utilizar a RE nas aulas de Matemática.

Figura 15 – Respostas da pergunta #TI15



Na Figura 16, apresenta -se o resultado da questão #TI16, *Você tem alguma dificuldade ou resistência de utilizar uma ferramenta computacional para o auxílio no ensino de matemática? Se for sim, indique qual motivo.* Em relação a essa questão, 90,9% dos professores responderam que não e 9,1%, sim. Percebe-se que na questão anterior os professores, em sua maioria, informaram que não têm conhecimento, mas por outro lado, nesta questão, percebemos que eles não teriam resistência para aprender e utilizar as tecnologias em suas aulas.

Figura 16 – Respostas da pergunta #TI16



Na Tabela 6 são apresentados os motivos relacionados à dificuldade de utilizar ferramentas computacionais para auxiliar no ensino de matemática.

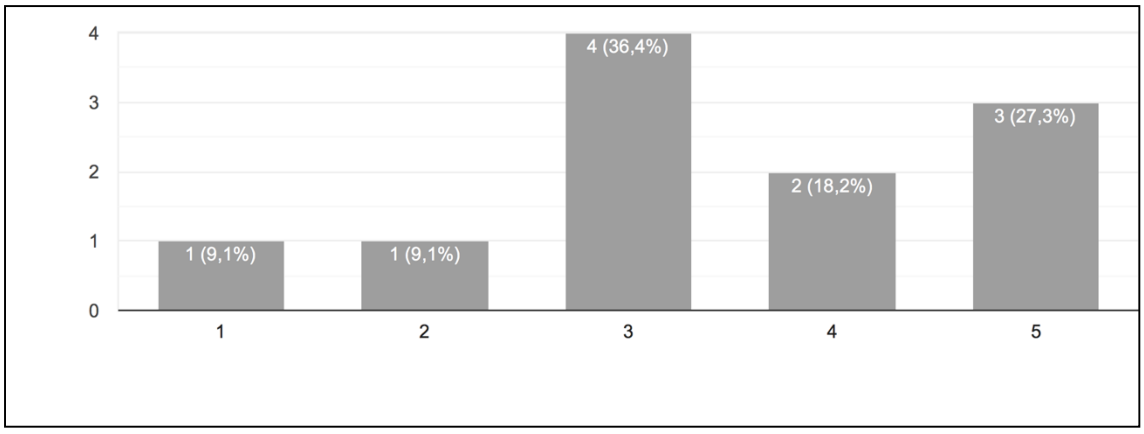
Tabela 6 – Você tem alguma dificuldade ou resistência de utilizar ferramenta computacional para auxiliar no ensino de matemática?

Professor	Dificuldade
Professor 1	"*Sempre tive dificuldade em explorar de maneira total ferramentas computacionais, porém nessa pandemia tive que buscar algumas formas para ministrar minhas aulas, e diante dessa busca estou com a mente mais aberta para ferramentas que podem servir como auxílio no processo de ensino-aprendizagem*".

Fonte: Autoria Própria

Na Figura 17, apresenta-se o resultado da questão #TI17, *Você acredita que a escola onde trabalha tem estrutura para aderir às novas tecnologias para o ensino de matemática?* Em relação a essa questão, 45,5% dos participantes discordam totalmente ou parcialmente que a escola onde trabalham não tem estrutura para aderir às novas tecnologias para o ensino de matemática, 36,4% não concordam e nem discordam e 18,2% concordam totalmente ou parcialmente.

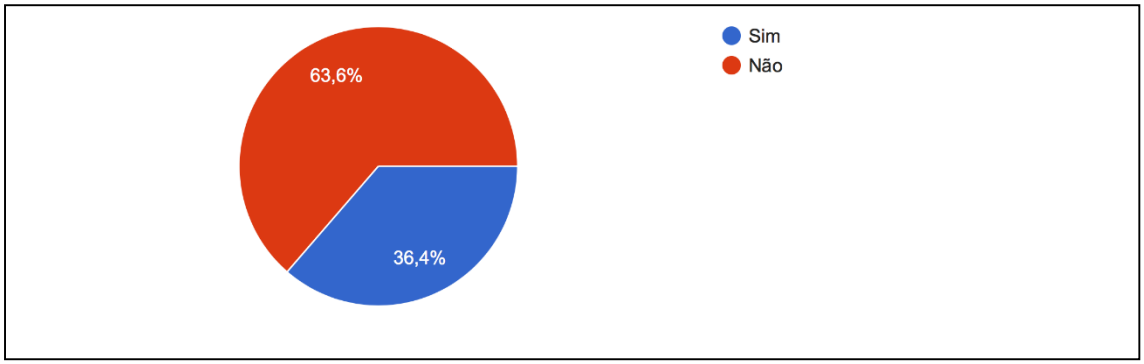
Figura 17 – Respostas da pergunta #TI17



Na Figura 18, apresenta-se o resultado da questão #TI18, *Você acredita que seus alunos teriam dificuldade para utilizar uma ferramenta computacional ou outra tecnologia voltada para o aprendizado de matemática? Se a resposta for sim, indique quais*. Em relação a essa questão, 63,6% dos participantes responderam que não acreditam que os alunos teriam

dificuldade na utilização de uma ferramenta computacional voltada ao aprendizado de matemática e 36,4% responderam que sim.

Figura 18 – Respostas da questão #TI18



Na Tabela 7, são apresentadas as possíveis dificuldades que os alunos teriam para utilizar ferramentas computacionais, para o aprendizado de matemática, segundo a visão dos professores.

Tabela 7 – Você acredita que seus alunos teriam dificuldade para utilizar uma ferramenta computacional ou outra tecnologia voltada para o aprendizado de matemática? Se a resposta for sim, indique quais.

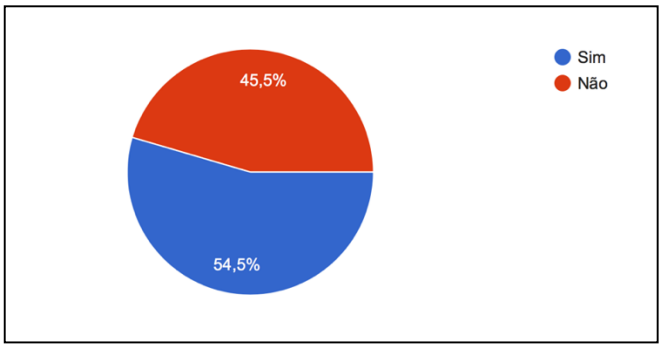
Professores	Dificuldade
Professor 1	*"Ausência de laboratório de informática, internet péssima".*
Professor 2	*"Acho que sim, pois seria uma coisa nova para a maioria dos alunos, por outro lado, tenho quase certeza que os alunos se sentiriam motivados em aprender coisas novas, a experiência que tive ano passado na outra escola que trabalhava na zona rural da cidade de Mamanguape foi bastante motivadora, embora eu não sabia ainda explorar a robótica educacional de forma ampla, utilizei por uma vez e percebi que os alunos foram estimulados e a dinâmica da sala foi bastante efetiva na busca para fazer a montagem. Iríamos continuar a utilizar a robótica esse ano em outros momentos com os alunos, porém acabei sendo transferido para outra escola, essa na zona urbana da cidade de Mamanguape".*
Professor 3	*"Compreensão dos mecanismos de servomotor e programação".*
Professor 4	*"Falta de equipamentos e infraestrutura mínima".*

Observamos que a maioria acredita que os alunos não teriam dificuldades. Aqueles que responderam que os alunos teriam dificuldade apontam a infraestrutura ou o próprio conteúdo

da robótica, de modo que não parece haver dificuldade para o aprendizado da matemática por meio de tecnologias.

Na Figura 19, apresenta-se o resultado da questão #TI19, *Você conhece ou sabe a utilidade da robótica educacional para o ensino da matemática*? Em relação a essa questão, 54,5% dos participantes responderam sim e 45,5% responderam não.

Figura 19 – Respostas da questão #TI19

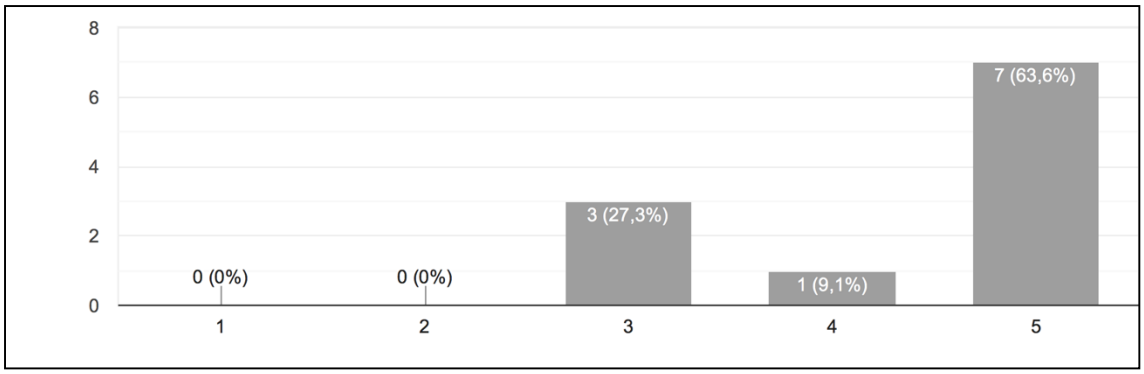


Quanto ao conhecimento da utilidade da RE no campo escolar e no ensino da matemática, 27,5% dos participantes entrevistados trabalham em escolas que têm os projetos do PENSARE e ROBOT, que atuam com robótica educacional.

Na questão #TI20, *Você ministraria uma aula de matemática utilizando recursos de robótica educacional*, 81,8% dos participantes responderam sim e 18,2% responderam que não ministrariam uma aula de matemática com o apoio da robótica educacional. Esse resultado demonstra que os professores, em sua maioria, não têm resistência e estão abertos para utilizar a robótica educacional em suas aulas, desde que sejam acessíveis para eles e para os alunos.

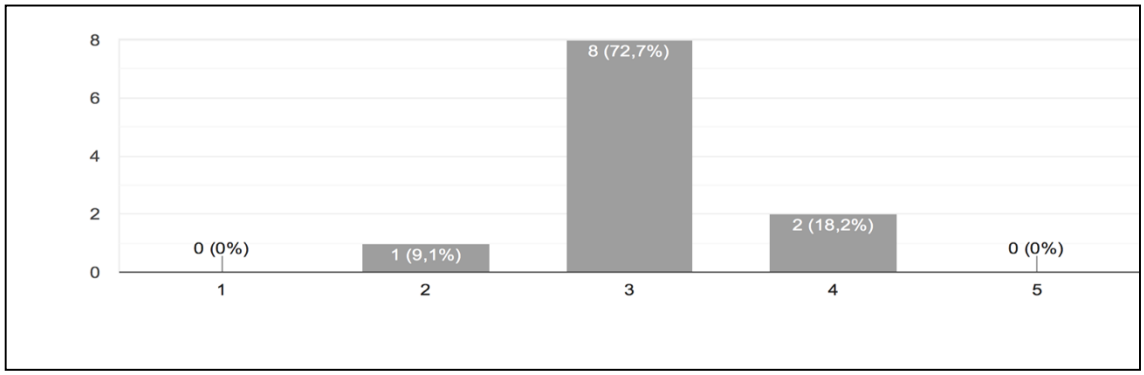
Na Figura 20, apresenta-se o resultado da questão #TI21, *Na sua opinião, qual a relevância de se incluir robótica educacional nos currículos escolares?* Apresenta-se a distribuição das opiniões dos participantes em uma escala *Likert* de 5 pontos (1- Nenhuma e 5 – Muitíssima). A média dessa distribuição foi 4,3. Além da média em destaque, observa-se que não houve nenhuma escolha pelas notas 1 e 2, e a maioria delas, 63%, com a maior nota. Isso evidencia a relevância da inclusão da RE do ponto de vista dos professores.

Figura 20 – Respostas da questão #TI21



Na Figura 21, apresenta-se o resultado da questão #TI22, *Na sua opinião, quão difícil é ensinar matemática utilizando recursos de robótica educacional?* Apresenta-se distribuição das opiniões dos participantes em uma escala *Likert* de 5 pontos (1- Nenhuma e 5 – Muitíssima). A média dessa distribuição foi 3,0. Aqui percebemos que a grande maioria (72,7%) não tem opinião formada (nota 3), pois os professores não têm experiência com a RE em suas aulas, mesmo entendendo sua relevância. Enquanto isso, as notas nos extremos (nota 1 e nota 5) não obtiveram nenhum voto.

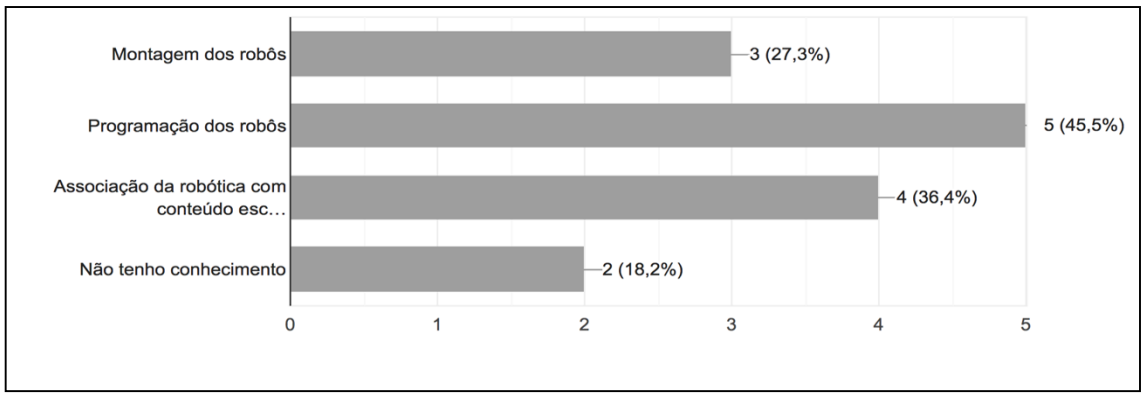
Figura 21 – Respostas da questão #TI22



Na Figura 22, apresenta-se o resultado da questão #TI23, *O que você acha que é mais difícil na robótica educacional?*, em que 45,5% dos professores responderam que têm dificuldade na programação dos robôs, 36,4% disseram que têm dificuldade de associar a robótica com o conteúdo escolar, 27,3% têm dificuldade na montagem dos robôs e 18,2% não têm conhecimentos sobre o assunto/tema. Como era de se esperar, os professores não têm experiência com RE, a maioria acredita que a programação é a parte mais difícil, seguida pela associação da robótica com o conteúdo teórico da disciplina. Também se percebe que não há

unanimidade nas respostas, havendo uma grande distribuição nelas, podendo ser interpretadas como respostas intuitivas por parte dos entrevistados.

Figura 22 – Respostas da questão #TI23

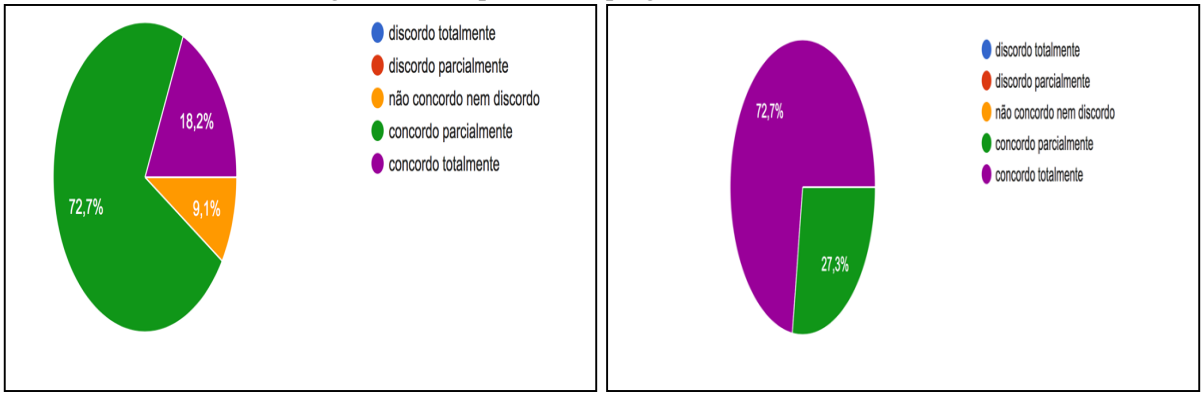


Na questão #TI24, *Na sua opinião, utilizando prática de robótica nas aulas de matemática, o aprendizado seria melhorado*? Na opinião de todos os entrevistados, é possível utilizar as práticas de robótica educacional em suas aulas de matemática, com isso poderão utilizar o conhecimento de outras disciplinas com a RE para a sala de aula, de um modo que os alunos tanto aprenderão a matemática como também a robótica educacional.

4.9.3 Pré-teste e Pós-teste

A questão do #TI25 do pré-teste é igual à questão #TF10 do pós-teste e possui o seguinte enunciado: *Você utilizaria um sistema que recomendasse planos de* aula*?* Na Figura 23, apresenta-se a avaliação dos participantes sobre essa questão.

Figura 23 – Repostas das perguntas #TI25 e #TF10

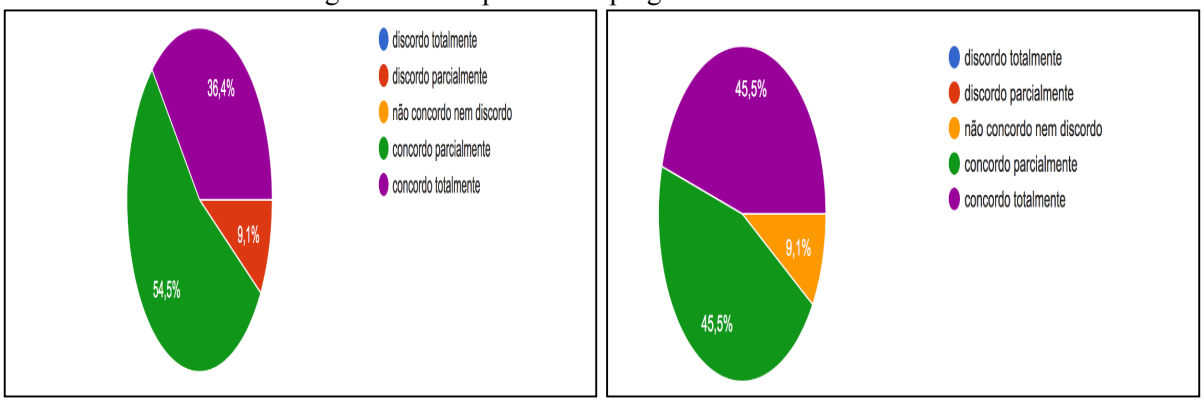


a) b)

Na Figura 23(a), observa-se que no pré-teste os participantes apresentam pouco conhecimento na utilização de planos de aula com uso de RE para apoiar o ensino de matemática e também da ferramenta SCEINCE, 72,7% concordam parcialmente que utilizariam um sistema que tivesse planos de aula de matemática com o apoio da robótica educacional, 18,2% concordam totalmente e 9,1% não concordam nem discordam que utilizariam o sistema de planos de aula. Na Figura 23(b), observa-se que, logo após os participantes conheceram o SCIENCE, 72,2% concordam totalmente que utilizaria e recomendava o sistema SCIENCE, ou seja, 27,3% concordam parcialmente que utilizariam o sistema que recomendasse planos de aula para que seja aplicado em sala de aula, com o propósito de ensinar matemática com o apoio da robótica.

A questão do #TI26 do pré-teste é igual à questão #TF11 do pós-teste e possui o seguinte enunciado: *Você acredita que os alunos teriam mais interesse nas aulas de matemática utilizando atividades práticas de robótica?* Na Figura 24, apresenta-se a avaliação dos participantes sobre o interesse dos alunos nas aulas de matemática utilizando atividades práticas de robótica.

Figura 24 - Respostas das perguntas #TI26 e #TF11



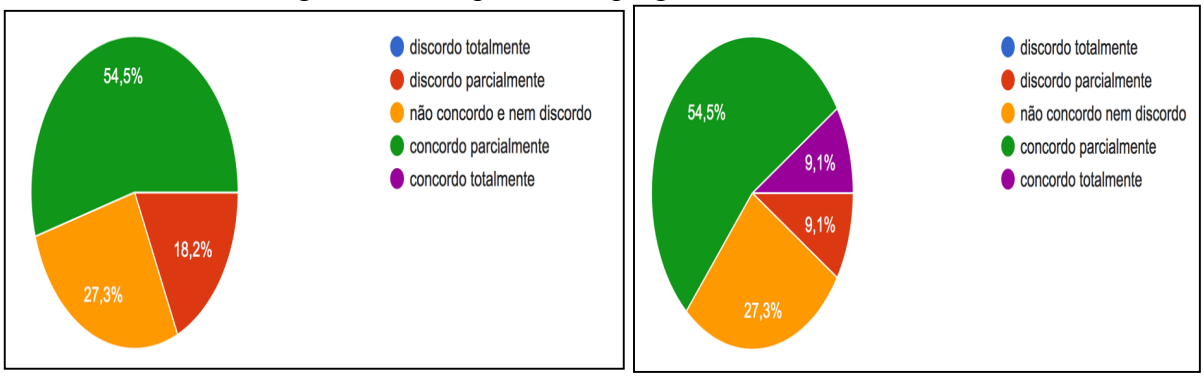
a) b)

Na figura 24(a), apresenta-se que no pré-teste quase todos os participantes apontam que os alunos teriam interesse nas aulas de matemática utilizando atividades práticas de robótica. A maioria, 91,0%, concordam parcialmente ou totalmente, mas 9,1% discordam parcialmente que os alunos não teriam interesse. Na Figura 24(b), logo após, utilizar o SCIENCE, vimos que ao ver o sistema e as aulas de robótica, 10 participantes observaram que os alunos teriam

um melhor aprendizado nas aulas de matemática utilizando a robótica. A maior parte, 90,9%, concordam parcialmente ou totalmente, ou seja, eles conseguiram utilizar atividades de matemática com a prática de robótica e 9,1% não concordam nem discordam que os alunos não conseguiriam ter interesse.

A questão do #TI27 do pré-teste é igual à questão #TF12 do pós-teste e possui o seguinte enunciado: *Com seu conhecimento atual, conseguiria elaborar uma aula prática de matemática utilizando robótica?* Na Figura 25, apresenta-se a avaliação dos participantes sobre o seu conhecimento atual para a elaboração de uma aula prática com matemática utilizando robótica.

Figura 25 – Respostas das perguntas #TI27 e #TF12



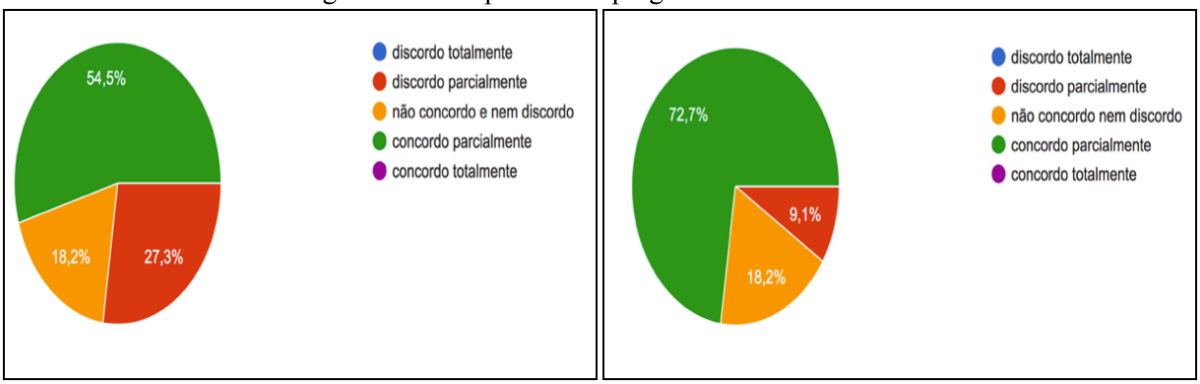
a) b)

Na figura 25(a), é possível observar que no pré-teste quase metade dos participantes não conseguiria desenvolver uma aula prática de Matemática utilizando a robótica. A maioria 54,5%, concordam parcialmente, mas 46,5% ou discordam parcialmente ou totalmente, ou seja, não conseguiriam. Ninguém concorda totalmente nem discorda totalmente, em outras palavras, nenhum deles tem convicção de que conseguiria elaborar uma aula prática de matemática utilizando robótica educacional. Verifica-se na Figura 25(b), logo após, utilizar o SCIENCE, que a metade dos participantes conseguiria desenvolver uma aula prática. A maior parte 63,6% concordam parcialmente ou totalmente, assim dizendo, eles conseguiram, mas 36,4% ou discordam parcialmente ou totalmente, que não conseguiriam ainda elaborar uma aula, e o que se destaca na Figura 41(b) é que após a utilização do SCIENCE,9,1% dos participantes concordam totalmente que conseguiriam elaborar uma aula prática. Isso mostra que o uso do sistema ensinou algo a esses professores.

A questão do #TI28 do pré-teste é igual à questão #TF13 do pós-teste e possui o seguinte enunciado: *Com seu conhecimento atual, conseguiria lecionar uma aula prática de*

matemática utilizando robótica? Na Figura 42, apresenta-se a avaliação dos participantes sobre o conhecimento atual para lecionar uma aula prática de matemática utilizando robótica.

Figura 26 – Respostas das perguntas #T28 e #TF13

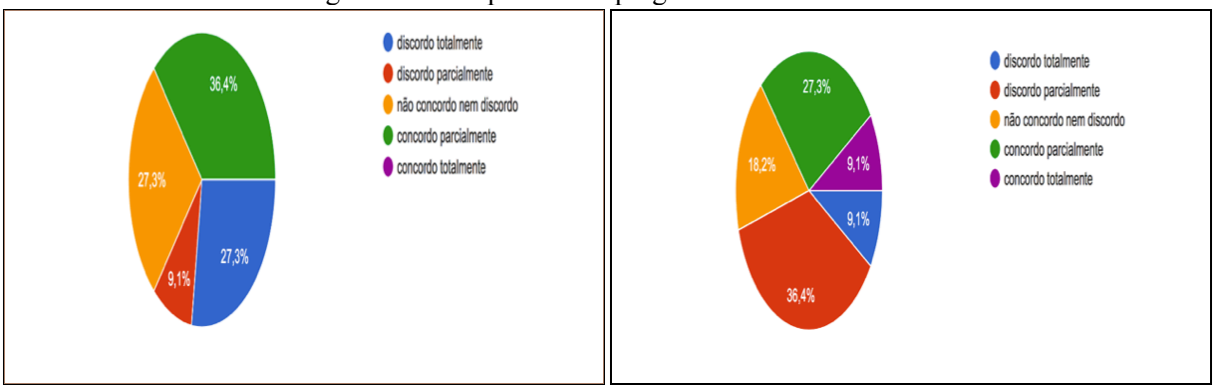


a) b)

Na Figura 26(a), observa-se no pré-teste que quase metade dos participantes não conseguiria desenvolver uma aula. A maioria, 54,5%, concordam parcialmente, mas 18,2% ou discordam parcialmente ou totalmente e 27,3 discordam parcialmente, ou seja, não conseguiriam. Ninguém concorda totalmente, ou melhor, nenhum deles tem convicção de que conseguiria lecionar uma aula prática de matemática utilizando a robótica. Na Figura 26(b), logo após utilizar o SCIENCE, vimos que a metade conseguiria desenvolver uma aula prática. A maior parte, 72,7%, concordam parcialmente, em outras palavras, eles conseguiram lecionar uma aula prática, mas 18,2% ou discordam parcialmente ou totalmente e 9,1% discordam parcialmente que não conseguiriam ainda elaborar uma aula. Aqui os indecisos se mantiveram em 18,2% após o uso do SCIENCE 18,2% dos que "discordavam parcialmente" passaram a "concordar parcialmente". Isso pode indicar que a utilização do sistema ajudou os professores a ter confiança em lecionar uma aula utilizando RE.

A questão do #TI29 do pré-teste é igual à questão #TF14 do pós-teste e possui o seguinte enunciado: *Com seu conhecimento atual, você acredita que qualquer conteúdo matemático pode ser abordado usando robótica educacional?* Na Figura 27, apresenta-se a avaliação dos participantes sobre os conhecimentos de qualquer conteúdo de matemática abordado com o apoio da robótica educacional.

Figura 27 – Respostas das perguntas #T29 e #TF14

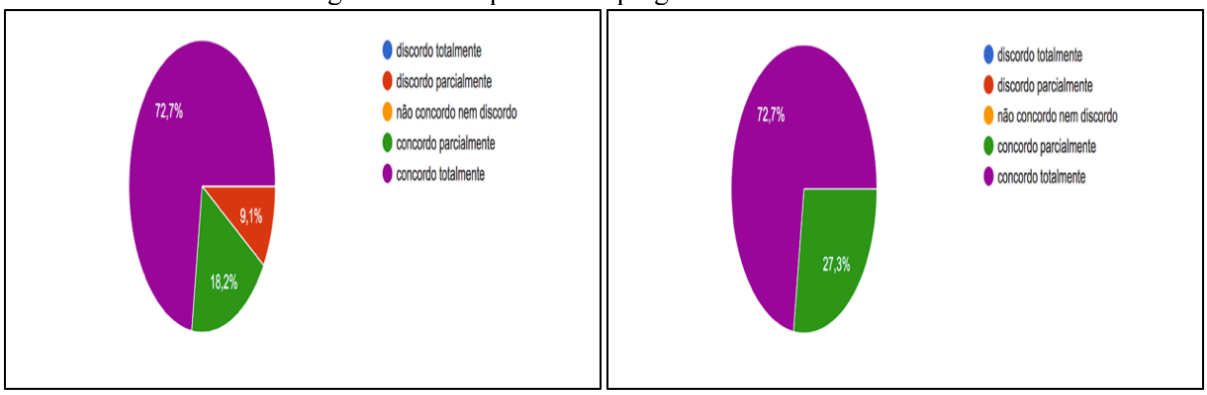


a) b)

Na Figura 27(a), é possível observar que no pré-teste quase metade dos participantes não conseguiria desenvolver um conteúdo de matemática usando a robótica. A maioria, 36,4%, concordam parcialmente, mas 27,3% discordam parcialmente, 9,1% discordam parcialmente e 27,3% ou discordam parcialmente ou totalmente, ou melhor, não conseguiriam. Ninguém concorda totalmente, ou seja, nenhum deles tem convicção de que conseguiria abordar o conteúdo de matemática usando a robótica educacional. Na Figura 27(b), logo após utilizar o SCIENCE, vimos que 4 participantes conseguiriam desenvolver um conteúdo de matemática usando a matemática. A maior parte, 36,4%, concordam parcialmente ou totalmente, em outras palavras, eles conseguiram aplicar um conteúdo de matemática, mas 63,6% ou discordam parcialmente ou totalmente que não conseguiriam ainda aplicar o conteúdo de matemática usando a robótica. Se por um lado percebemos um aumento considerável dos professores que "discordam parcialmente", por outro lado, alguns professores passaram a concordar totalmente.

A questão do #TI30 do pré-teste é igual à questão #TF15 do pós-teste e possui o seguinte enunciado: *Você utilizaria um sistema onde professores pudessem compartilhar planos de aula de matemática utilizando robótica educacional?* Na Figura 28, apresenta-se a avaliação dos participantes sobre um sistema em que pudessem compartilhar planos de aula de matemática utilizando a robótica educacional.

Figura 28 – Respostas das perguntas #T30 e #TF15

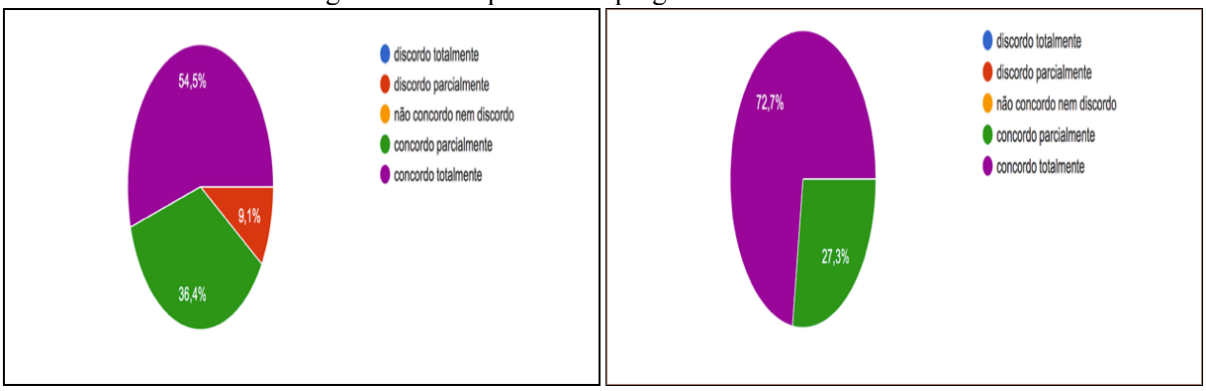


a) b)

Na figura 28(a), observa-se que no pré-teste quase todos os participantes conseguiriam utilizar um sistema que compartilhasse planos de aula. A maioria, 72,7%, concordam totalmente, mas 18,2% concordam parcialmente e 9,1% discordam parcialmente, ou seja, não conseguiriam compartilhar planos de aula de matemática utilizando robótica educacional. Na Figura 28(b), logo após utilizar o SCIENCE, vimos que a maioria dos participantes conseguiria utilizar o sistema com os conhecimentos adquiridos. A maior parte, 72,7%, concordam totalmente, ou seja, eles conseguiram utilizar o sistema que compartilhasse planos de aula de matemática, mas 27,3% concordam parcialmente, o SCIENCE pode ajudar os participantes a utilizar e compartilhar os planos de aula de matemática usando a robótica. Nessa questão percebemos que 9,1% que tinham desconfiança e discordavam parcialmente mudaram sua opinião para "concordo parcialmente". Os que concordavam totalmente se mantiveram. Isso mostra que o sistema pode evoluir para passar a receber e compartilhar planos de aula fornecidos por outros professores.

A questão do #TI31 do pré-teste é igual à questão #TF16 do pós-teste e possui o seguinte enunciado: *Você utilizaria um sistema que lhe retornasse ou apresentasse planos de aula de matemática utilizando robótica educacional?* Na Figura 29, apresenta-se a avaliação dos participantes sobre a utilização de um sistema que retornasse ou apresentasse planos de aula de matemática com o apoio da robótica educacional.

Figura 29 – Respostas das perguntas #T31 e #TF16

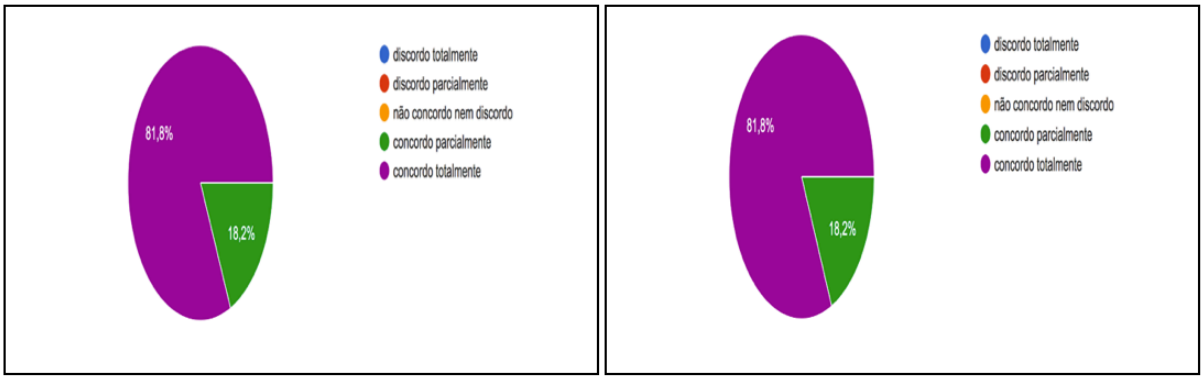


a) b)

Na Figura 29(a), é possível observar que no pré-teste quase todos os participantes conseguiriam utilizar um sistema que retornasse e apresentasse planos de aula. A maioria, 54,5%, concordam parcialmente, mas 36,4% concordam parcialmente e 9,1% discordam parcialmente, isso significa que não conseguiriam. Na Figura 29(b), logo após utilizar o SCIENCE, vimos que uma grande parte conseguiria utilizar um sistema depois dos novos conhecimentos. A maior parte, 72,7%, concordam totalmente, em outras palavras, eles conseguiram utilizar o sistema que retornasse e apresentasse planos de aula de matemática, mas 27,3% concordam parcialmente, o SCIENCE pode ajudar os participantes a utilizar e os planos de aula de matemática usando a robótica. Bem semelhante à pergunta anterior, contudo nesta também houve aumento dos que concordam totalmente.

A questão do #TI32 do pré-teste é igual à questão #TF17 do pós-teste e possui o seguinte enunciado: *Você teria interesse em utilizar robótica educacional nas suas aulas se houvesse um guia ou plano de aulas detalhado?* A Figura 30 apresenta a avaliação dos participantes sobre os planos de aulas detalhado com o apoio da robótica educacional.

Figura 30 – Respostas das perguntas #T32 e #TF17



a) b)

Na Figura 30(a), observa-se que no pré-teste quase todos os participantes conseguiriam ter interesse em utilizar a robótica. Todos, 100%, concordam parcialmente e totalmente, ou seja, têm interesse em utilizar um sistema. Na Figura 30(b), em seguida, sobre a utilização do sistema SCIENCE, vimos que todos os participantes têm interesse no sistema. Todos, 100%, concordam totalmente ou parcialmente, quer dizer, o sistema SCIENCE vem trazendo guias ou planos de aula detalhados para os professores, associar a robótica com conteúdo escolar, a programação e a montagem dos robôs, sendo que o SCIENCE apresenta tudo isso detalhado nos planos de aula. O interesse já era grande e após o SCIENCE se manteve, ou seja, não diminuiu as expectativas do sistema SCIENCE.

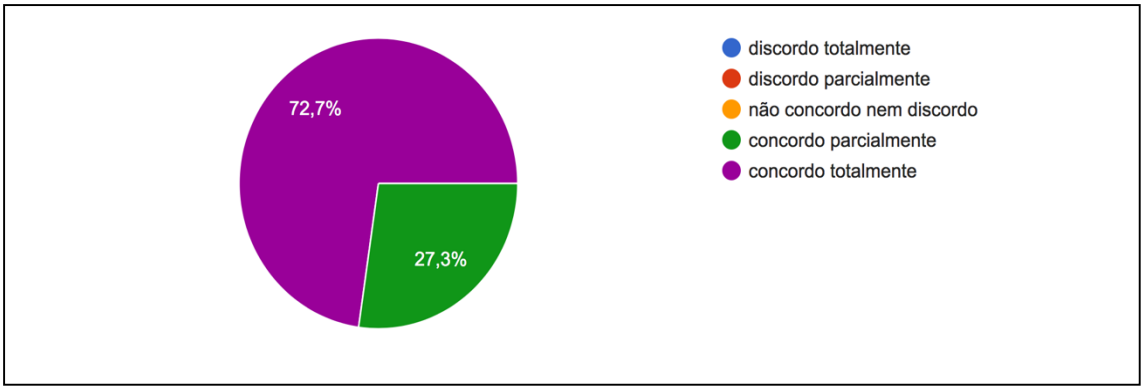
4.10 Avaliação do sistema SCIENCE

No questionário final, além das perguntas do pós-teste, também foram abordadas questões sobre o sistema. Essas questões tinham o intuito principalmente de validar suas funcionalidades e ter *feedback* para melhorias futuras.

4.10.1 Relação ao sistema

As questões desta seção permitiram aos participantes avaliar o sistema e propor melhorias para ele. Em relação à questão #TF1, *O Sistema retorna aulas de acordo com a busca realizada*?, na Figura 31 apresenta-se a avaliação dos participantes sobre essa questão.

Figura 31 – Respostas da pergunta #TF1



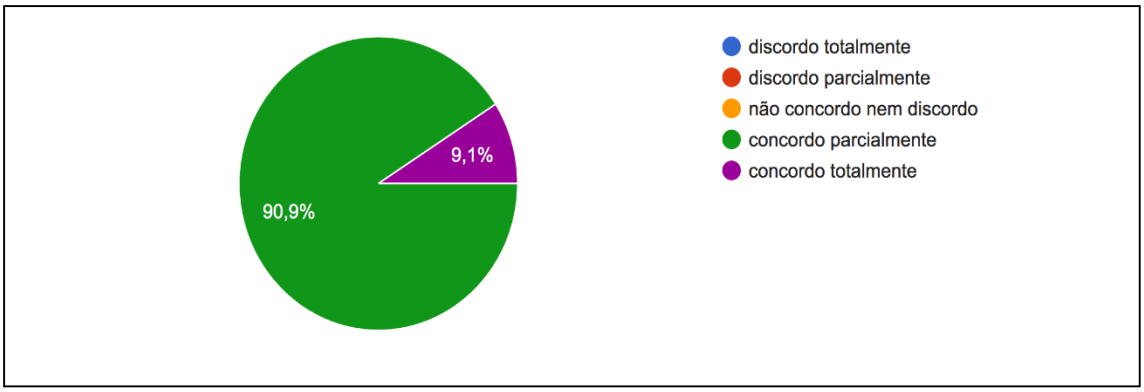
Observamos que todos os participantes, 100%, responderam que estão satisfeitos parcialmente ou totalmente com o retorno das buscas. Além disso, os professores fizeram buscas livres sem orientação. Na Figura 31, apresenta-se a distribuição das opiniões dos participantes em uma escala *Likert* de 5 pontos (1- Discordo totalmente e 5 – Concordo totalmente). A média dessa distribuição foi 4,8.

4.10.2 Com relação à precisão do sistema

As questões desta seção permitiram aos participantes avaliar a precisão do sistema, os planos de aula e os erros nas aulas de matemática utilizando a robótica educacional.

A primeira questão sobre utilidade percebida pela satisfação e precisão dos planos de aula apontados pela ferramenta apresenta o seguinte enunciado: #TF2, *Você está satisfeito com a precisão dos planos de aula retornados ou apresentados pelo sistema?* Na Figura 32, apresenta-se a avaliação dos professores sobre a precisão dos planos de aula do sistema.

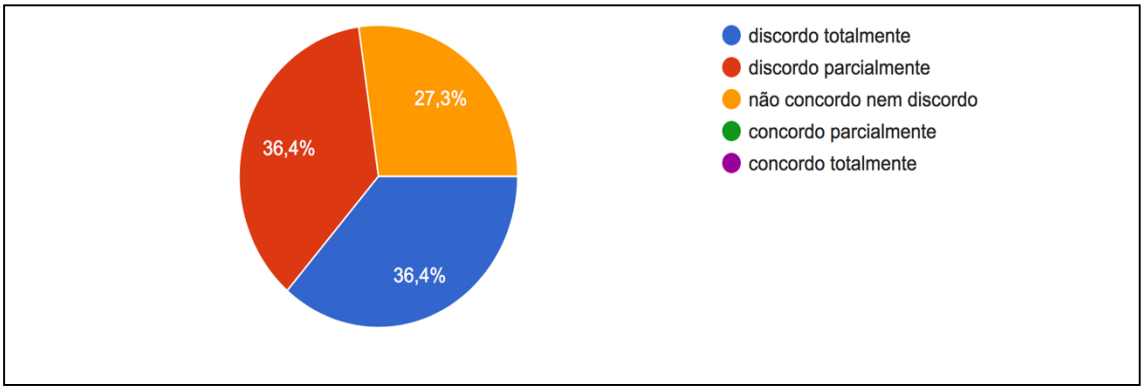
Figura 32 – Respostas da pergunta #TF2



Observamos que todos os participantes, 100%, responderam que estão satisfeitos parcialmente ou totalmente como a precisão no retorno dos planos de aula pelo SCIENCE. Na Figura 32, apresenta-se a distribuição das opiniões dos participantes em uma escala *Likert* de 5 pontos (1- Discordo totalmente e 5 – Concordo totalmente). A média dessa distribuição foi 4,0.

A segunda questão sobre utilidade percebida pela satisfação e precisão dos planos de aula apontados pela ferramenta apresenta o seguinte enunciado: #TF3, *O sistema apresenta erros nas aulas geradas?* Na Figura 33, apresenta-se a avaliação dos professores sobre os erros nas aulas geradas.

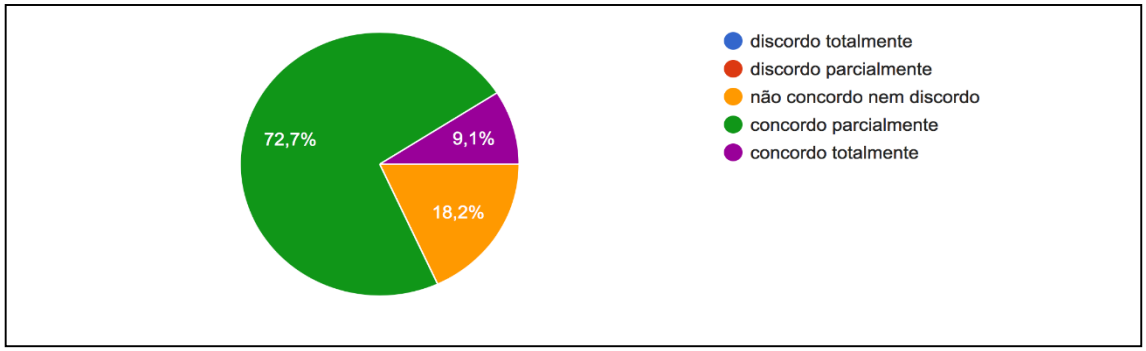
Figura 33 – Respostas da pergunta #TF3



Observa-se que todos os participantes entendem que o sistema SCIENCE não apresenta erros. Dentre os participantes, 36,4% discordam totalmente que as aulas do SCIENCE não geram erros das aulas, mas 36,4% discordam parcialmente que as aulas geradas não apresentam erros e 27,3% ou discordam parcialmente ou totalmente que o SCIENCE não apresenta aulas com erros. Na Figura 33, apresenta-se a distribuição das opiniões dos participantes em uma escala *Likert* de 5 pontos (1- Discordo totalmente e 5 – Concordo totalmente). A média dessa distribuição foi 1,9.

A terceira questão sobre utilidade percebida pelas aulas de matemática utilizando robótica educacional, apontada pela ferramenta, apresenta o seguinte enunciado: #TF4, *As aulas de matemática utilizando robótica educacional se adaptam facilmente com os conteúdos dados em sala de aula?* Na Figura 34, apresenta-se a avaliação dos professores sobre as aulas de matemática utilizando robótica educacional com os conteúdos dados em sala de aula.

Figura 34 – Respostas da pergunta #TF4



A maioria dos participantes, 81,8%, concordam parcialmente ou totalmente que o SCIENCE está de acordo para que seja adaptado com o conteúdo de matemática utilizando a

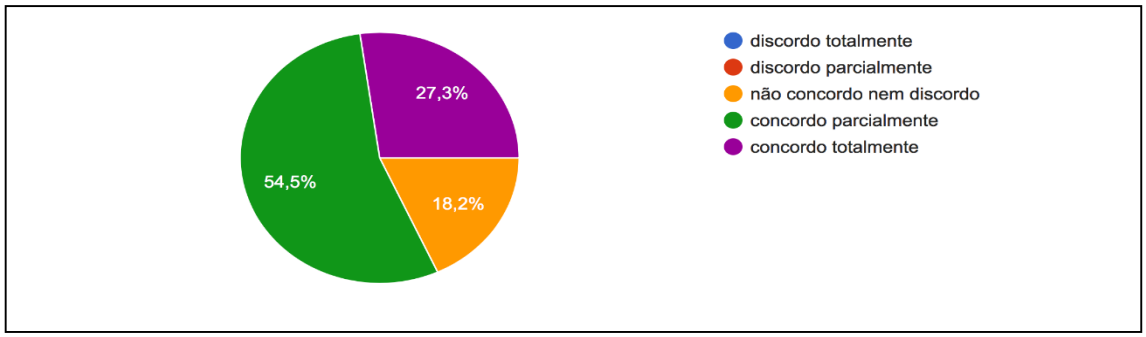
robótica educacional em sala de aula, mas 18,2% não concordam nem discordam. Na Figura 34, apresenta-se a distribuição das opiniões dos participantes em uma escala *Likert* de 5 pontos (1- Discordo totalmente e 5 – Concordo totalmente). A média dessa distribuição foi 4,0.

4.10.3 Relação das aulas de Matemática utilizando a Robótica Educacional

As questões desta seção permitiram aos participantes avaliar a relação do sistema utilizando as aulas de matemática com robótica educacional, se os planos de aula retornados estão de acordo com as necessidades, quantidades suficientes, facilitando a aprendizagem dos alunos.

A primeira questão sobre a utilidade percebida é #TF5, *Os planos de aula estão de acordo com suas necessidades?* Na Figura 35, apresenta-se a avaliação dos professores sobre as aulas de acordo com suas necessidades.

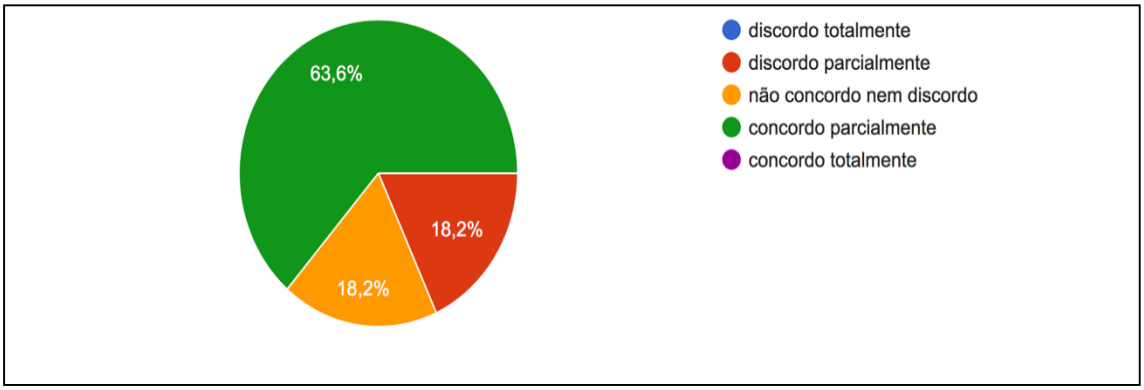
Figura 35 – Respostas da pergunta #TF5



Observamos que todos os participantes responderam que o SCIENCE apresenta planos de aula de acordo com as necessidades. A maioria, 81,8%, concordou parcialmente ou totalmente, que o SCIENCE atende as necessidades dos participantes, mas 18,2% discordam ou não concordam, ou seja, alguns participantes veem que o SCIENCE não atende a sua necessidade por meio das aulas disponibilizadas na ferramenta. Na Figura 35, apresenta-se a distribuição das opiniões dos participantes em uma escala *Likert* de 5 pontos (1- Discordo totalmente e 5 – Concordo totalmente). A média dessa distribuição foi 4,0.

A segunda questão sobre a utilidade percebida apresenta o seguinte enunciado: #TF6 *O sistema apresenta aulas suficiente?* As respostas são apresentadas na Figura 36.

Figura 36 – Respostas da pergunta #TF6

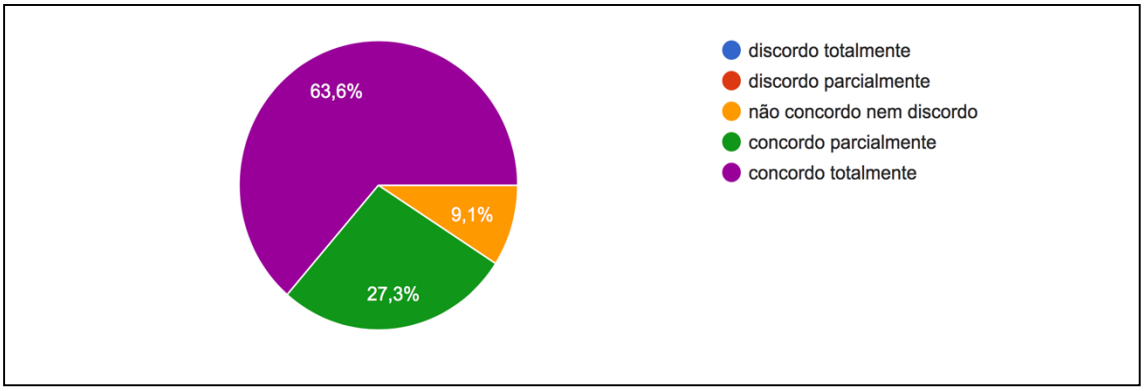


Observamos que todos os participantes responderam que o sistema apresenta aulas suficiente. A maioria, 63,6%, concordam parcialmente, mas 18,2% ou discordam parcialmente e 18,2% não concordam nem discordam que o SCIENCE apresenta aulas suficientes, ou seja, os participantes concordam que o SCIENCE tem aulas suficiente. Na Figura 36, apresenta-se a distribuição das opiniões dos participantes em uma escala *Likert* de 5 pontos (1- Discordo totalmente e 5 – Concordo totalmente). A média dessa distribuição foi 3,4.

4.10.4 Aceitação do SCIENCE

A primeira questão sobre a utilidade percebida do sistema SCIENCE apresenta o seguinte enunciado: #TF7 *Você utilizaria o sistema SCIENCE nas suas aulas?* Na Figura 37, apresentou-se a avaliação dos professores sobre a utilização do SCIENCE.

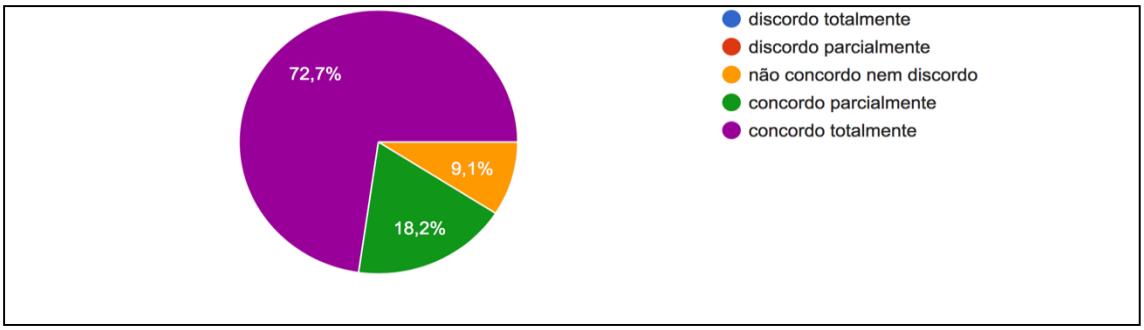
Figura 37 – Respostas da pergunta #TF7



A maioria dos participantes, 90,9%, concordam parcialmente ou totalmente que tem o desejo de utilizar nas suas aulas o SCIENCE, mas 9,1% não concordam nem discordam. Na Figura 37, apresentou-se a distribuição das opiniões dos participantes em uma escala *Likert* de 5 pontos (1- Discordo totalmente e 5 – Concordo totalmente). A média dessa distribuição foi 4,5.

A segunda questão sobre a facilidade de uso apresenta o seguinte enunciado: #TF8 *O SCIENCE ajudaria no ensino da matemática com a robótica educacional?* Pode-se ver a síntese das respostas na Figura 38.

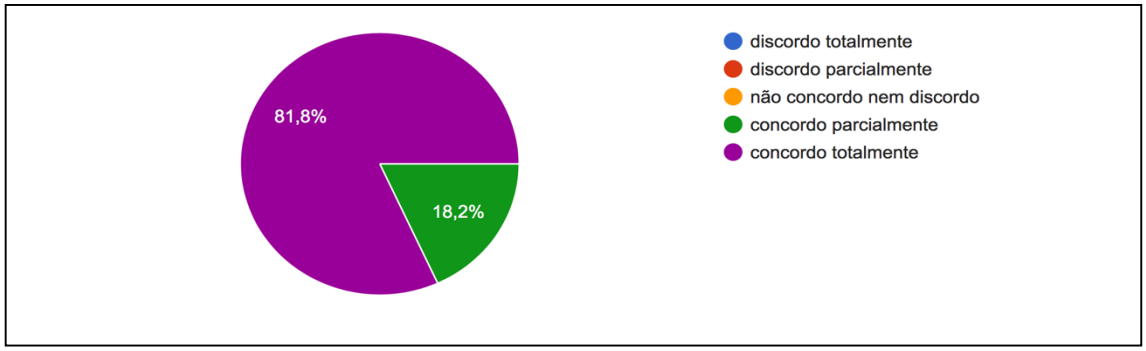
Figura 38 – Respostas da pergunta #TF8



A maioria dos participantes, 90,9%, concordam parcialmente ou totalmente que o SCIENCE ajudaria nas suas aulas, mas 9,1% não concordam nem discordam. Na Figura 38, apresenta-se a distribuição das opiniões dos participantes em uma escala *Likert* de 5 pontos (1- Discordo totalmente e 5 – Concordo totalmente). A média dessa distribuição foi 4,6.

A terceira questão sobre a utilidade percebida do SCIENCE no ensino de matemática apontada pela ferramenta apresenta o seguinte enunciado: #TF9 *É possível utilizar o sistema SCIENCE como ferramenta de ensino de matemática?* Na Figura 39, apresenta-se a avaliação dos professores sobre a utilização SCIENCE como ferramenta no ensino de matemática.

Figura 39 – Respostas da pergunta #TF9



Todos, 100%, concordam parcialmente ou totalmente que é possível utilizar o SCIENCE, na sua sala de aula como uma forma de transmitir o conhecimento para os alunos por meio da robótica educacional. Na Figura 39, apresenta-se a distribuição das opiniões dos participantes em uma escala *Likert* de 5 pontos (1- Discordo totalmente e 5 – Concordo totalmente). A média dessa distribuição foi 4,8.

4.10.5 Sugestões

Na Tabela 8, apresentam-se os comentários dos professores sobre as sugestões a respeito do SCIENCE, o uso do sistema, relatos de problemas enfrentados e sugestões para melhorá-lo.

Tabela 8 – Sugestões dos Professores

Professores	Sugestões
Professor 1	*"Percebi os planejamentos/recomendações como muito bons para verificação da aprendizagem dos temas, ou seja, para aplicação e prática. Em sua maioria, são voltados para inserção ou provocação para o conhecimento [falo da Matemática]; contudo, traz sempre a aventura de se aprender comandos novos e montagens dos robôs além do exercício do conteúdo previamente estudado em sala. Isso não é uma falha. Trata-se apenas de definir bem o papel dessa ferramenta: é de auxílio ao ensino: Mas sob que enfoque? Apresentação ou prática dos conteúdos? Ou as duas coisas? Minha sugestão é que se insira um menu contendo botões de funcionalidade, tipo: "Entrada/apresentação de conteúdo" e "Praticando o tema estudado". Isso destinaria o professor para sua zona de interesse de forma mais prática".*
Professor 2	*"Não sei ainda".*
Professor 3	*"Acho que não seja problema, mas o sistema pode se tornar ainda mais completo, isso pode acontecer com o passar do tempo, em uma busca por melhorar o sistema, acho que poderiam tentar contemplar uma maior quantidade de conteúdos matemáticos, assim como ampliar a exploração do exercício proposto. Acho que antes do exercício poderia ter uma pequena introdução [explicação] antes de partir para o exercício. Mas com relação ao exercício, o professor com um entendimento maior, pode ampliá-lo e adaptá-lo para a partir daí conseguir aplicá-lo da maneira como queira".*
Professor 4	*"O sistema deveria ser aperfeiçoado no tocante a vídeos orientadores, no passo a passo, na montagem e na programação dos robôs".*
Professor 5	*"Até o momento não o utilizei, pois não disponho do conjunto Lego".*
Professor 6	*"O sistema é muito interativo. Não tive dificuldade".*

Professor 7	*"Considero o SCIENCE uma ferramenta interessante e relevante no processo de ensino-aprendizagem. Acredito que poderiam ser acrescentadas metodologias mais detalhadas para auxiliar a abordagem das aulas, assim como a proposta de verificação da aprendizagem ao utilizar as aulas sugeridas no ambiente escolar".*
Professor 8	*"Cadastrar".*
Professor 9	*"Como o sistema está em caráter experimental, acredito que alguns ajustes dependerão da experiência dos usuários. Ajustes como a quantidade de aulas recomendadas e a duração das atividades, por exemplo".*
Professor 10	*"Apenas erro no momento do cadastro".*
Professor 11	*"O maior problema seria a logística, nossas escolas da zona rural nem internet têm".*

Fonte: Autoria Própria

Nas sugestões apresentadas pelos professores que participaram do experimento de validação sistema SCIENCE, aparecem as ideias de inserir vídeos para orientar os professores no passo a passo da programação e da montagem, além de ampliar a quantidade de planos de aula de matemática.

4.11 Ameaças a validação

Ameaças na validação são influências capazes de limitar a interpretação das conclusões oriundas dos dados extraídos.

Na validação da ferramenta SCIENCE, foram identificadas as seguintes ameaças:

1 - Baixo número de participantes. Essa ameaça foi reduzida pela qualidade das respostas obtidas. Entretanto, ainda se faz necessário realizar um estudo complementar;

2 - Impossibilidade de utilizar os planos de aula gerados pela ferramenta em uma aula real devido à pandemia da Covid-19.

4.12 Considerações finais

Este capítulo apresentou o desenvolvimento do SCIENCE e sua validação por meio da utilização por professores de Matemática do Ensino Fundamental II e do questionário de opinião dos mesmos. Com base na análise dos resultados obtidos na validação, foi observada uma boa aceitação dos professores nos itens de busca de aula de Matemática com o recurso da Robótica Educacional, considerada útil para o uso em sala de aula a Robótica Educacional,

uma vez que os alunos teriam mais interesse nas aulas com uso das práticas de robótica educacional.

Na Figura 30(b), observa-se que os participantes que utilizaram o SCIENCE têm interesse em utilizá-lo em suas aulas de matemática, porque o sistema apresenta guia ou plano de aula, a montagem do robô e a programação detalhada e o conteúdo ministrado em sala de aula. Na Figura 38, os participantes que utilizaram o sistema SCIENCE afirmam que ajudariam na aplicação nas aulas de matemática com o apoio da robótica em suas aulas. Com isso, podemos identificar que o SCIENCE é uma ferramenta que vai ajudar os professores de matemática do ensino fundamental II em sala de aula.

O SCIENCE possibilita que os professores utilizem os conteúdos ministrados nas aulas de matemática com o apoio da Robótica Educacional. Isso reforça a ideia do SCIENCE na precisão, auxiliar e apoia os professores utilizar nas aulas de Matemática com o apoio da Robótica Educacional.

5 CONCLUSÃO

5.1 Sumário de Pesquisa

Este trabalho apresentou um sistema de geração de planos de aula de matemática utilizando robótica educacional para professores do ensino fundamental II.

Foi desenvolvida a modelagem, construção e validação de uma ontologia, denominada Onto-ENSINARE, que fez parte da criação de uma ferramenta para auxiliar os professores no ensino de matemática utilizando a robótica educacional. Seu desenvolvimento foi guiado pela metodologia *Ontology Development* 101. A ontologia foi validada por meio das consultas SPARQL, na qual é capaz de descrever atividades de matemática com apoio da robótica educacional. Dessa forma, foi fornecido um conjunto de serviços para a utilização da robótica em sala de aula, o qual permitiu o desenvolvimento do SCIENCE.

O SCIENCE foi desenvolvido para a geração de planos de aula de matemática com a utilização da robótica educacional para promover melhorias no ensino e aprendizagem dos alunos. A ferramenta vem com um guia de aula detalhado para a utilização em sala de aula. O SCIENCE também apresenta o ranqueamento das visualizações. Outra contribuição do SCIENCE é permitir ao professor a utilização dos conteúdos de matemática aplicando uma tecnologia em sala de aula.

Na validação do SCIENCE, buscou-se verificar a aceitação dos professores na utilização da ferramenta. Para verificar isso, foi realizado um pré-teste e um pós-teste com os participantes. Uma das ameaças à validade deste estudo foi a pequena quantidade de participantes na validação do SCIENCE. Além disso, devido à pandemia da Covid-19, a validação foi feita remotamente e os planos de aula não foram testados nas escolas. Verificou-se que no pré-teste os participantes tinham algumas desconfianças e não se sentiam seguros em utilizar uma ferramenta que gere planos de aula de matemática utilizando robótica educacional. Após a utilização do sistema, os participantes responderam a um questionário de pós-teste, cujas respostas nos mostraram indícios de que eles passaram a acreditar que é possível utilizar planos de aula para ensinar matemática com o apoio da robótica educacional.

A partir dos resultados obtidos durante a validação utilizando o método TAM, foi possível identificar a aceitação dos professores em relação ao sistema SCIENCE, a análise dos dados obtidos na validação permitiu observar que os professores têm interesse em utilizar o SCIENCE em suas aulas para ensinar os conteúdos de matemática utilizando o recurso da robótica educacional.

5.2 Contribuições

A principal contribuição deste trabalho é otimizar o processo do ensino de Matemática com o apoio da Robótica Educacional. Para isso, foi desenvolvido um sistema que faz uso de uma ontologia que especifica e instancia os conteúdos de Matemática que podem ser ensinados com uso de Robótica Educacional, e consultados por meio da linguagem SPARQL.

5.3 Limitações

Algumas limitações na proposta deste trabalho foram identificadas após a execução do experimento. Dentre elas, incluem-se:

- Com a pandemia da Covid-19, os experimentos precisaram ser desenvolvidos de forma remota. Dessa forma, os participantes não tiveram acesso aos kits de robótica.
- Como foi utilizado o Apache-Fuseki para manipular a Onto-ENSINARE, foi necessário realizar manipulação nas *strings*, após a manipulação, para a formatação da quebra de linha das descrições das atividades.

5.4 Trabalhos futuros

O sistema hoje disponibiliza 36 aulas de matemática do ensino fundamental II, portanto, como trabalho futuro, propõe-se a disponibilização de mais aulas de matemática, sendo contemplado todo o ensino do fundamental I e o ensino médio, como também aumentar sua abrangência para outras disciplinas do ensino fundamental I, II e ensino médio. Além disso, pretende-se vídeos ilustrativos ou animação da montagem dos robôs e o do conteúdo de Matemática, desenvolver funções para permitir a inserção de planos de aula por parte dos professores e criar um subsistema de recomendação de planos de aula. Por fim, é importante realizar uma validação de modo a aplicar os planos de aula, gerados pela ferramenta, em sala de aula.

Pretende-se ampliar a ontologia de modo que o sistema consiga fazer inferências e construir planos de aula de forma inteiramente automatizada. Incluir funcionalidades de avaliação da qualidade do plano de aula para os usuários. E a partir das avaliações, objetiva-se desenvolver um sistema de recomendação personalizado para cada usuário.

6 REFERÊNCIAS

ALLEMANG, D.; HENDLER, J. **Semantic Web for the Working Ontologist**: Effective Modeling in RDFS and OWL. 2. ed. Waltham, MA: Morgan Kaufmann, 2011

ALMEIDA, M. B.; BAX, M. P. Uma visão geral sobre ontologias: pesquisa sobre definições, tipos, aplicações, métodos de avaliação e de construção. **Ciência da Informação***,* Brasília, SciELO Brasil, v. 32, n. 3, p. 7-20, 2003.

ALMEIDA NETO, Carlos Alves de. **O uso da robótica educativa e o desenvolvimento de competências e habilidades matemáticas.** 2014. 105f. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Universidade Federal do Ceará, Juazeiro do Norte, 2014.

ANTONIOU, G.; HARMELEN, F. V. **A semantic web primer**. [S.l.]: MIT press, 2004.

ARAÚJO, T. M. S. **Práticas de ensino de matemática com a utilização da robótica educacional.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2016. Disponível em: https://pensare.ufersa.edu.br/tcc. Acesso em: 19 mar. 2020.

ARMÃO, TIAGO PEREIRA. **Uma aplicação da robótica educacional no estudo do número irracional [Pi] utilizando LEGO Mindstorm EV3**. 2018. Dissertação (Mestrado em Profissional em Matemática) – Instituto de Matemática, Estatística e Física da Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande/RS, 2018.

REIS, R. P. B. CardBot: Tecnologia Educacional Assistiva para Inclusão de Deficientes Visuais na Robótica Educacional. 76p. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e de Computação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2017.

BECHHOFER, SEAN et al. (2004). OWL web ontology language reference. *W3C recommendation*, v. 10, n. 02, 2004.

BORSTW, N. **Construction of engineering ontologies**. University of Twenty, Enschede, Center for Telematica and Information Technology, 1997.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Ministério da Educação, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/. Acesso em: 06 jun. 2020.

CARVALHO, MÁRCIO LUIZ BUNTE; CHAIMOWICZ, LUIZ; MORO, MIRELLA M. Pensamento computacional no ensino médio mineiro. In: WORKSHOP DE EDUCAÇÃO EM INFORMÁTICA (WEI), 2013, Maceió; CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 33., Maceió, 2013. **Anais [...].**

CASTILHO, A. T. Variação dialetal e ensino institucionalizado da língua portuguesa. In: BAGNO, M. (org.). **Linguística da norma**. São Paulo: Loyola, 2002. p. 27-36.

CAVALCANTE, NAHUM ISAQUE DOS SANTOS. O ensino de matemática no contexto das novas tecnologias: refletindo as potencialidades do uso de softwares dinâmicos como recurso em sala de aula. In: CONNEPI, 5., Viçosa, 2010. **Anais [...].** Maceió: [s.n.], 2010.

COSTA, F. J. **Mensuração e desenvolvimento de escalas***:* aplicações em administração. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2011.

DALTOÉ, THAÍS et al. Uso de tecnologias no ensino de matemática nos anos iniciais do ensino fundamental: um estado da arte. **RELACult-Revista Latino-Americana de Estudos em Cultura e Sociedade**, v. 5, n. 4, 2019.

DA SILVEIRA JÚNIOR, CARLOS ROBERTO; COELHO, JEOVANE DIAS; SANTOS, LAYS STHEFANNE. Robótica nas aulas de matemática do ensino médio: uma proposta educacional e de baixo custo. **Experiências em Ensino de Ciências,** Mato Grosso, v. 12, n. 15, p. 1-23, 2017.

DAVIS, F. D.; BAGOZZI, R. P.; WARSHAW, P. R. User Acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. **Manage sci.,** New York, v. 35, n. 8, p. 982-1003, 1989.

DOS SANTOS, MARDEN EUFRASIO; MENDONÇA, ANDRÉA PEREIRA. Aplicação da robótica educacional no ensino das relações métricas do triângulo retângulo. **RENOTE:** Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 14, n. 2, 2016.

DZIEKANIAK, Gisele Vasconcelos. An ontology development about Ontologies Component. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 15, n. 1, p. 173-184, 2010.

EARLE, R.S. The integration of instructional technology into public education: Promises and challenges. **Educational Technology**, 42.1(2002): 5-13.

EDUCABRASIL. **Dicionário interativo da educação brasileira**. Disponível em: http://www.educabrasil.com.br/cat/dic/. Acesso em: 02 jun. 2020.

FAGUNDES, C. A. **Aprendendo matemática com robótica.** Dissertação (Mestrado em Licenciatura em Matemática da UFRGS) – Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M.; GÓMEZ-PÉREZ, A.; JURISTO, N. **Methontology:** from ontological art towards ontological engineering. American Asociation for Artificial Intelligence, 1997.

FLANAGAN, DAVID. **JavaScript:** o guia definitivo. Bookman, 2004.

FURLETTI, SAULO. **Exploração de tópicos de matemática em modelos robóticos com utilização do software Slogo no ensino médio**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

GACKENHEIMER, CORY. **Introduction to React**. Apress, New York, 2015.

GÓMEZ-PÉREZ, A.. Ontology evaluation. In: **Handbook on ontologies**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2004. p. 251-273.

GOMEZ-PEREZ, A.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M.; CORCHO, O. **Ontological Engineering**: with examples from the areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web. [S.l.]: SpringerScience&BusinessMedia,2006.

GRUBER, T. R. A translation approach to portable ontology specifications. **Knowledge acquisition**, Elsevier, v. 5, n. 2, p. 199-220, 1993.

GRÜNINGER, M.; FOX, M. S. Methodology for the design and evaluation of ontologies. In: Proceedings of IJCAI 1995, WORKSHOP ON BASIC ONTOLOGICAL ISSUES IN KNOWLEDGE SHARING, 1995.

GUARINO, N. et al. Formal ontology and information systems. In: **Proceedings of FOIS**. [S.l.: s.n.], 1998. v. 98, n. 1998.

GURA, M.; KING, K. P. (ed.). **Classroom Robotics**: case stories of 21st Century Instruction for Millennial students. Charlotte, NC: Information Age, 2007.

HORRIDGE, M. et al. **A practical guide to building owl ontologies using the protégé-owl plugin and co-ode tools edition 1.0**. University of Manchester, 2004.

KMI. Apollo Ontology Editor. 2017. Disponível em: http://apollo.open.ac.uk/ Acesso em: 20 fev. 2020.

LANGER, SILVIO AUGUSTO. O ensino de robótica no ensino básico da Rede Marista. In: DANTAS, Lúcio Gomes; MACHADO, Michelle Jordão (org.). **Tecnologias e educação**: perspectivas para gestão, conhecimento e prática docente. São Paulo: FTD, 2014. p. 99-108.

LEGO DIGITAL DESIGNER. **Mindstorms.** [S. l.]: The LEGO Group, 2016. Disponível em: http://ldd.lego.com/en-us/subpages/mindstorms. Acesso em: 20 jun. 2020.

LINWOOD, JEFF; MINTER, DAVE. **Beginning Hibernate**. Apress, 2010

LOHMANN, S. et al. WebVOWL: Web-based visualization of ontologies. In: **Proceedings of EKAW 2014 Satellite Events.** [S.l.]: Springer, 2015. (LNAI, v. 8982). p. 154-158.

LOHMANN, S. et al. Visualizing ontologies with vowl. **Semantic Web**, IOS Press, v. 7, n. 4, p. 399-419, 2016.

MARTINS, ELISA FRIEDRICH. **Robótica na sala de aula de matemática**: os estudantes aprendem Matemática? 2012. 168f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/handle/10183/69934. Acesso em: 18 jun. 2020.

MILLER, FREDERIC P.; VANDOME, AGNES F.; MCBREWSTER, JOHN. **Apache Maven**. Alpha Press, 2010.

MORAIS, E. A. M.; AMBRÓSIO, A. P. L. Ontologias: conceitos, usos, tipos, metodologias, ferramentas e linguagens. Technical Report, INF 01/2007. Porto Alegre: Instituto de Informática, UFRGS, 2007. Disponível em: <http://www.inf.ufg.br/sites/default/files/uploads/relatorios-tecnicos/RT-INF_001-07.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2020.

MUNIZ, M. I. P. A. **Usabilidade pedagógica e design de interação:** processos de comunicação e colaboração em ambientes virtuais de aprendizagem. Tese (Doutorado em Design) – Centro de Teologia e Ciências Humanas, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

MUSEN, M. A. The protégé project: a look back and a look forward. **AI matters**, ACM, v. 1, n. 4, p. 4-12, 2015.

NIELSEN, JAKOB; LORANGER, HOA. **Usabilidade na web**. Elsevier Brasil, 2007.

NOY, N. F.; MCGUINNESS, D. L. et al. **Ontology development 101:** a guide to creating your first ontology. [S.l.]: Stanford knowledge systems laboratory technical report KSL-01-05 and Stanford medical informatics technical report SMI-2001-0880, Stanford, CA, 2001.

NOY, NATALYA F. et al. **Ontology development 101**: a guide to creating your first ontology. 2001. Disponível em: http://protege.stanford.edu/publications, 2004.

OLIVEIRA DE SOUSA, Katyeudo Karlos et al. Tecnologias na educação básica uma pesquisa ação com professores de uma escola pública municipal. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 25., 2019. Brasília, DF, 2019. p. 1054. Disponível em: http://dx.doi.org/10.5753/cbie.wie.2019.1054. Aceso em: 20 de outubro de 2020.

OLIVEIRA, Emiliano; ARAÚJO, Ana Liz. Pensamento computacional e robótica: um estudo sobre habilidades desenvolvidas em oficina de robótica educacional. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 27., 2016, Rio de Janeiro. **Anais [...].** Rio de Janeiro: UNIRIO, 2016. Disponível em: http://brie.org/pub/index.php/sbie/article/view/6734. Acesso em: 20 fev. 2021.

PETE. Produtos. São Carlos: PETE, 2015. Disponível em: http://pete.com.br/pt/project/kit-alpha-mecatronica/. Acesso em: 20 jun. 2020.

PUZISKI, Marcelo. Construindo uma calculadora: uma atividade envolvendo robótica, programação e matemática. **REMAT:** Revista Eletrônica da Matemática, v. 3, n. 1, p. 136-146, 2017.

REIS et al. 2017 Reis, C. E. R., Duso, G. B., and Webber, C. G. Educational robotics applied to the simulation of the digestive system. **Scientia cum Industria,** v. 5, n. 3, p. 186-192, 2017.

RODRIGUES, Willian dos Santos. **Atividades com robótica educacional para aulas de matemática do 6º ao 9º ano do ensino fundamental:** utilização da metodologia LEGO Zoom Education. 2015. 106f. Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho, São José do Rio Preto, 2015.

RUSSEL, M. A. Mining the social web. In: TRESELER, M. (ed.). **Mining GitHub**: Inspecting Software Collaboration Habits, Building Interest Graphs, and More. 2st. ed. [S.l.]: O'Reilly Media, 2013. p. 279-320.

SANTOS, Jarles Tarsso Gomes; DE LIMA, Jefferson Felipe Silva. Robótica educacional e construcionismo como proposta metodológica para o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem significativa. **RENOTE:** Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 16, n. 2, p. 596-605, 2018.

SANTOS, Marcelo Fernandes; SOARES, Márlon Herbert Flora Barbosa. Utilizando a robótica pedagógica para discutir noções de conceitos matemáticos no ensino de matemática. **Encontro Goiano de Educação Matemática**, v. 6, n. 6, p. 667-676, 2017.

SANTOS, T. N.; Pozzebon, E.; Frigo, L. B. A utilização de robótica nas disciplinas da educação básica. SIMPÓSIO DE INTEGRAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLOGIA DO SUL CATARINENSE, 2., 2013. **Revista Técnico Científica** – IFSC.

SCHAFER, J. Ben; KONSTAN, Joseph; RIEDL, John. Recommender systems in e-commerce. In: **Proceedings of the 1st ACM conference on Electronic commerce**. 1999. p. 158-166.

SEMAFORA. **OntoStudio**. 2017. Disponível em: http://www.semafora-systems.com/en/products/ontostudio/. Acesso em: 10 fev. 2020

SHARDANAND, U., MAES, P. Social information filtering: Algorithms for automating "word of mouth". In: **Proceedings of Human Factors in Computing Systems – CHI**. Denver, Colorado, USA, 1995. p. 210-217.

SHEARER, R.; MOTIK, B.; HORROCKS, I. Hermit: A highly-efficient owl reasoner. In: **OWLED**. [S.l.: s.n.], v. 432, p. 91, 2008.

SILVA, Alzira Ferreira da. RoboEduc: uma metodologia de aprendizado com robótica educacional. 2009. 133 f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia Elétrica) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN, Natal, 2009.

SILVA, S. M. **HTML5:** a linguagem de marcação que revolucionou a Web. São Paulo, Novatec, 2011. p. 20-52.

SILVA, OSMAR OLIVEIRA DA**. O estudo de funções afins e seus gráficos de maneira interdisciplinar utilizando a modelagem em robótica como instrumento de aprendizagem**. 2019. 46 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional), Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2019.

SILVA, JÉSSICA FERREIRA SOUZA DA. **Robótica aplicada à educação:** uma análise do pensar e fazer dos professores egressos do curso oferecido pelo município de João Pessoa – PB. 2017. 158f. Dissertação (Mestrado em Profissional em Formação de Professores - PPGPFP) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017.

SIRIN, E. et al. Pellet: A practical owl-dl reasoner. Web Semantics: science, services and agents on the World Wide Web, **Elsevier**, v. 5, n. 2, p. 51–53, 2007.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de software.** 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

SUÁREZ-FIGUEROA, M. C.; GÓMEZ-PÉREZ, A.; VILLAZÓN-TERRAZAS, B. How to write and use the ontology requirements specification document. In: MEERSMAN, R.; DILLON, T.; HERRERO, P. (ed.). **On the Move to Meaningful Internet Systems:** OTM 2009. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2009. p. 966-982. ISBN 978-3-642-05151-7.

SURE, Y.; STAAB, S.; STUDER, R. On-to-knowledge methodology (otkm). In: **Handbook on ontologies.** [S.l.]: Springer, 2004. p. 117–132.

SURE, Y.; STAAB, S.; STUDER, R. Ontology engineering methodology. In: **Handbook on ontologies.** [S.l.]: Springer, 2009. p. 135-152.

TARSKI, ALFRED; TARSKI, Jan. **Introduction to Logic and to the Methodology of the Deductive Sciences**. Oxford University Press on Demand, 1994.

TAVARES, PAULO CEZAR MONTEIRO; BOGUTCHI, TÂNIA FERNANDES. Ensino da análise combinatória por meio de tecnologia móvel: um relato de experiência. **Abakós,** v. 7, n. 3, p. 22-34, 2019.

TEIXEIRA, PEDRO. **Professional Node. js:** Building Javascript based scalable software. John Wiley & Sons, Indianapolis IN, 2012.

THE NXT STEP. **Lauren´s Overlapt Poster**. [S. l.]: James Floyd Kelly, 2009. Disponível em: http://www.thenxtstep.com/2009/11/laurens-overlap-poster.html. Acesso em: 30 jun. 2020.

TOPQUADRANT. **TopBraid Composer Standard Edition**. 2017. Disponível em: https: //www.topquadrant.com/tools/modeling-topbraid-composer-standard-edition/. Acesso em: 30 jan. 2020.

TSARKOV, D.; HORROCKS, I. Fact++ description logic reasoner: System description. **Automated reasoning**, Springer, p. 292–297, 2006

VEX. Products. [S. l.]: Innovation First International, 2002. Disponível em: http://www.vexrobotics.com/vexedr/products/accessories. Acesso em: 24 jun. 2020.

VOWL. "VOWL: Visual Notation for OWL Ontologies". Disponível em: http://vowl.visualdataweb.org/. Acesso em: 20 mar. 2020.

VRANDEČIĆ, D. Ontology evaluation. In: **Handbook on Ontologies.** Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2009. p. 293–313. ISBN 978-3-540-92673-3. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-540-92673-3_13.

WALLS, Craig. **Spring Boot in action**. Manning Publications, Island NY, 2016.

WERNER, LIANE; FROTA, KÁTIA MARQUES DA. Técnicas estatísticas de pesquisa de mercado aplicadas ao processo de desenvolvimento de produto. SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13., 2006, Bauru. **Anais [...].** Bauru: UNESP, 2006.

WEINERMAN, C. H. **Escalas de medición en ciencias sociales**. Buenos Aires: Nueva Vision, 1976.

ZILLI, SILVANA DO ROCHO. **A robótica educacional no ensino fundamental**: perspectiva e prática. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2004.

APÊNDICE A - EXEMPLO DE PLANO DE AULA GERADO PELO SISTEMA SCIENCE

Robótica Educacional

Robótica Educacional

Aula De Números Inteiros

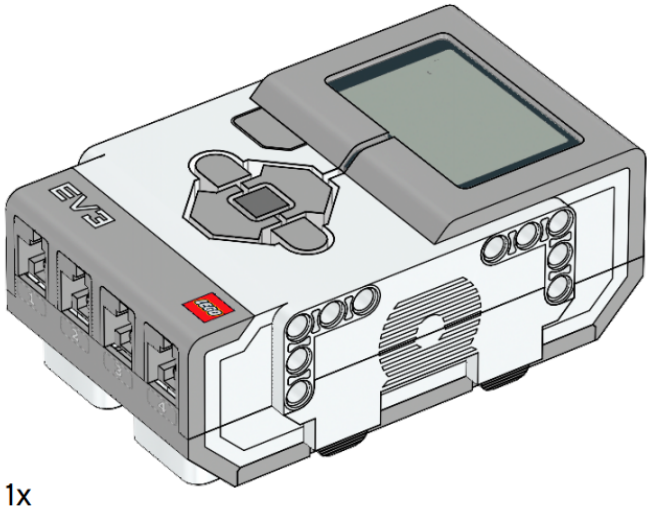
Componentes curriculares:	Série:	Duração:	Conteúdo:
Matemática	7º Ano	2 horas	Números Inteiros

Assunto: Números.
Recursos didáticos: Pincel, Quadro, Giz, Data Show, computador ou notebook e Kit da Lego EV3 Mindstorms..
Objetivos: Ao longo da aula os alunos irão: Montar um robô utilizando o kit Lego Mindstorms; Programar o robô montado utilizando o software Lego Mindstorms; Desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo, valorizando ajuda dos integrantes do grupo na resolução da atividade; Interpretar situação-problema proposto na atividade, relacionando e contextualizando assuntos matemáticos vistos em sala de aula; Utilizar os conhecimentos de números inteiros introduzindo a matemática com a robótica educacional.

Atividade: Atividade De Números Inteiros
Descrição: Ativadade de Números Inteiros Descrição da atividade. 1 - Organização da turma: O professor deve organizar a turma em grupos. Sugere-se formar grupos de cinco alunos para um melhor desempenho da atividade, entretanto, a atividade pode ser feita com qualquer número de alunos por grupo. 2 - Apresentação da aula: O professor deve seguir o guia de aula utilizando a matemática e a Robótica Educacional. 3 - Montagem do robô: O professor deve disponibilizar o manual de montagem para os alunos construírem o robô. Todos os alunos devem montar uma parte do robô e separar as peças. Sugere-se fazer um rodízio, a cada momento que o manual pedir peças novas troca o integrante que está montando. 4 - Explicação do programa: O professor deverá seguir o guia de aula na página em que tinha parado, nessa parte será explicado algumas funções básicas do programa. 5 - Programar: Nesse momento os alunos irão programar. O professor deve incentivar que todos os alunos programem, a sugestão é que os alunos conversem e discutam ideias de como irão fazer a programação, pra que todos possam participar e entender como será feita, depois um aluno constrói o programa e os demais observam e conferem se está de acordo com o que foi planejado pelo grupo. 6 - Desmontar robô: Esta é a última tarefa da aula, os alunos devem desmontar o robô em equipe. - Exercício - Faça o robô percorrer entre a cidade A. Dois robô partem de uma mesma cidade A, mas em direções opostas. O primeiro percorre 50 cm à esquerda de A, e o segundo, 90 cm à direita de A. A que distância um robô está do outro? Qual foi a distância que o robô entre os dois robôs.
Robôs:
Robo Educador
Manual de Montagem:

http://robotsquare.com/wp-content/uploads/2013/10/45544_educator2.pdf

Peças



1x
Bloco EV3
6009996

- 1x Bloco_EV3
  Peça Bloco Ev3 Descrição: BLOCO EV3: o bloco programável controla motores e sensores, além de proporcionar a comunicação sem fios. O monitor mostra o que está acontecendo dentro do Bloco EV3 e permite a utilização da Interface do Bloco. Ele também permite adicionar textos e respostas numéricas ou gráficas em sua programação ou experimentos. Os Botões do Bloco permitem navegar dentro da Interface do Bloco EV3. As portas de entrada 1, 2, 3 e 4 servem para conectar os sensores. As postas de saída A, B, C e D servem para conectar os motores. Link da imagem: https://imgur.com/LvodE7w

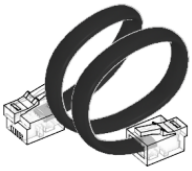
8x
Bloco conversor,
2 módulos, cinza
4211775

- 2x Bloco_conversor_2_Cinza
  Peça Bloco conversor de 2 Descrição: Esta parte é composta por dois orifícios redondos e, em seguida, um orifício transversal de cada lado, a 90 graus abaixo dele. Link da Imagem: https://imgur.com/oTWwtWF

8x
Bloco conversor duplo,
3 módulos, preto
4121667

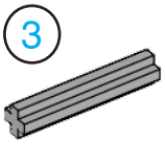
- 2x Bloco_conversor_duplo_3_Preto
  Peça Bloco conversor duplo de 3 Descrição: Esta peça muito útil para juntar algumas peças. Tem dois furos transversais de cada lado, com um furo redondo do outro lado. Link da imagem: https://imgur.com/ZaFa5Hr

25 cm / 10 pol.



4x
Cabo, 25 cm / 10 pol.
6024581

- 2x Cabo_25
Peça: Cabo 25, 35 e 50 Descrição: Utilizando os cabos conectores pretos achatados, faça a ligação dos sensores ao Bloco EV3 utilizando as portas de entrada 1, 2, 3 e 4. Utilizando os cabos conectores pretos achatados, faça a ligação dos motores ao Bloco EV3 utilizando as portas de saída A, B, C e D. Link da imagem: https://imgur.com/qedbMLq

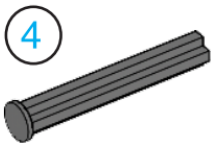


14x
Eixo, 3 módulos, cinza
4211815

- 2x Eixo_3_cinza
Peça Eixo de 3 Descrição: Os eixos são muitos importantes, pois além de juntar peças de montagem, eles ainda são os responsáveis por levar a força do motor pra as rodas ou garras. Link da imagem: https://imgur.com/CO6dqsZ

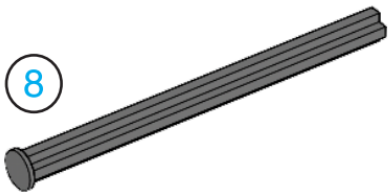
4x
Eixo, 4 módulos, preto
370526

- 2x Eixo_4_preto
Peça Eixo de 4 Descrição: Os eixos são muitos importantes, pois além de juntar peças de montagem, eles ainda são os responsáveis por levar a força do motor pra as rodas ou garras. Link da imagem: https://imgur.com/LQD4cVI



2x
Eixo com limitador,
4 módulos, cinza escuro
4560177

- 2x Eixo_com_limitador_4_Cinza
Peça: Eixo com limitidador de 4 Descrição: Possui 4 dentes para encaixes em outas engrenagens ou conectores dentados possibilitando realizar montagem em graus. Link da imagem: https://imgur.com/0tiFjUu

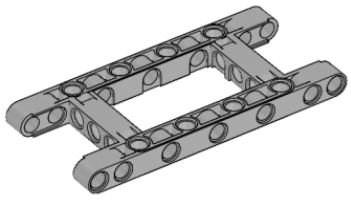


2x
Eixo com limitador,
8 módulos, cinza escuro
4499858

- 2x Eixo_com_limitador_8_Cinza
Peça: Eixo com limitador 8 Descrição: Possui 8 dentes para encaixes em outas engrenagens ou conectores dentados possibilitando realizar montagem em graus. Link da imagem: https://imgur.com/SxoMgvI

1x
Esfera de aço, prata metálico
6023956

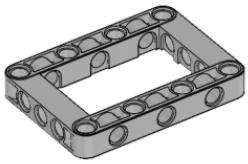
- 1x Esfera_de_aco
Peça esfera de aço. Descrição: Esta bola forma uma espécie de roda esférica para a criação de Lego MINDSTORMS. Link da imagem: https://imgur.com/Q9pFgXZ



1x
Estrutura,
módulo 5x11, cinza
4540797

- 1x Estrutura_5x11
Peça Estrutura 5x11 Descrição: A estrutura de 5x11 é semelhante ao 5 x 7, também possui vários orifícios. Link da

imagem: https://imgur.com/gWquV5Y

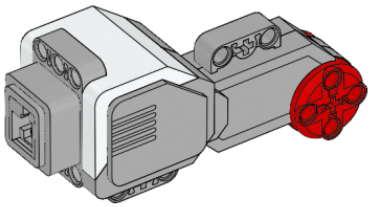


3x
Estrutura,
módulo 5x7, cinza
4539880

- 1x Estrutura_5x7
Peça: Estrutura de 5x7 Descrição: Uso para fixação dos motores, de forma simétrica, e também na estrutura do robô. Link da imagem: https://imgur.com/VwtncOv

4x
Indicador, 3 módulos, branco
4173941

- 2x Indicador_branco
Peça Indicador Descrição: Esta peça permite a conexão a um eixo, e é boa para todos os tipos de coisas, principalmente para mostrar a direção. Link da imagem: https://imgur.com/yF5pdox



2x
Motor Grande
6009430

- 2x Motor_Grande
Peça Motor Grande Descrição: O Motor Grande é um potente motor "inteligente". Ele possui um Sensor de Rotação embutido com resolução de 1 grau, para um controle preciso. O Motor Grande é otimizado para ser a base motriz dos seus robôs. Ao utilizar os Blocos de Programação Mover direção ou Mover o tanque, os Motores Grandes irão coordenar a ação simultaneamente. Link da imagem: https://imgur.com/Wtqn3of

30x
Pino conector com fricção,
3 módulos, azul
4514553

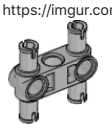
- 7x Pino_Conector_Com_Fricção_3_módulo_azul
Peça Pino Conector com Fricção de 3 módulo azul Descrição: Utilizar para aumentam a fricção entre suas conexões com as vigas. Link da imagem: https://imgur.com/fE5M9zP

20x
Pino conector com fricção/eixo,
2 módulos, azul
4206482

- 12x Pino_Conector_Com_Fricção_Eixo_2_Módulos_Azul
Peça Pino conector com fricção de Eixo 2 módulo Azul Descrição: Este é o pino do conector / eixo transversal com algum atrito, por isso gira um pouco livremente. Link da imagem: https://imgur.com/r1EBF0f

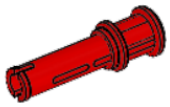
60x
Pino conector com fricção,
2 módulos, preto
4121715

- 18x Pino_Conector_com_fricção_2_módulo_preto
Peça Pino conector com fricção 2 módulos preto Descrição: Assim como o outro tipo de conector, isso tem algum atrito. Como diria que uso essa parte, juntamente com os arbustos, o máximo com as criações LEGO Technic e MINDSTORMS, pois é a maneira mais fácil de vincular duas partes com orifícios redondos. Link da imagem: https://imgur.com/qjBGiL6



6x
Pino conector duplo,
módulo 3x3, cinza
4225033

- 2x Pino_conector_angular_duplo_3x3_cinza
Peça: Pino Conector Duplo 3x3 Descrição: Oferecem uma mais ampla conexão entre as peças, o que gera uma incrível possibilidade de construção. Link da Imagem: https://imgur.com/ysJ7FAl

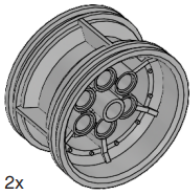


22x
Pino conector com bucha,
3 módulos, vermelho
4140806

- 4x Pino_conector_com_bucha_3_vermelho
Pino Conector com bucha de 3 vermelha Descrição: O pino do conector que você vê aqui tem algum atrito, para que você possa travar duas coisas juntas com segurança, e elas não girarão muito livremente. A seção do furo transversal na extremidade forma um apêndice interessante em forma de pino. Link da Imagem: https://imgur.com/ullzhlA

2x
Pneu de perfil baixo,
56x28 mm, preto
6035364

- 2x Pneu_de_perfil_baixo
  Peça Pneu de Perfil Baixo Descrição: Os pneus grandes têm suas dimensões impressas na borda. Link da imagem: https://imgur.com/J54czy1



2x
Roda, 43,2x26 mm, cinza
4634091

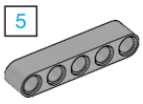
- 2x Roda_43
  Peça Roda 43 Descrição: As rodas do carrinho de compras, essas rodas algumas vezes giram quando o robô inverte a direção, fazendo com que ele se mexa. Link da Imagem: https://imgur.com/EfOXWJ3

1x
Rolamento de esfera,
cinza escuro
4610380

- 1x Rolamento_de_esfera
  Peça de Rolamento de Esfera Descrição: Essa peça tem como estrutura para montar a bola de metal. Link da imagem: https://imgur.com/rvjNhp7

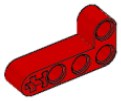
2x
Viga, 3 módulos, preta
4142822

- 2x Viga_3_preta
  Peça: Viga de 3 preta Descrição: Serve pra a sustentação e também para a estrutura do robô. Link da imagem: https://imgur.com/ahAoTYL



4x
Viga, 5 módulos, cinza
4211651

- 1x Viga_5_Cinza
  Peça: Viga de 5 Descrição: Serve pra a sustentação e também para a estrutura do robô. Link da imagem: https://imgur.com/LeTRsto

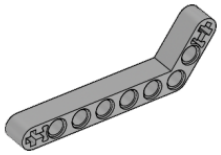


6x
Viga angular,
módulo 2x4, vermelha
4141270

- 2x Viga_Angular_2X4_Vermelha
  Peça de Angular 2x4 Vermelho Descrição: Esta é a fusão de duas vigas para formar uma viga de 4 x 2 em um ângulo reto perfeito. Isso funciona bem ao criar criações quadradas ou retangulares. Você notará que um dos orifícios é em forma de cruz, perfeito para um eixo. Link da imagem: https://imgur.com/LUXigju

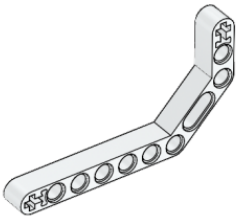
2x
Viga angular,
módulo 2x1, vermelha
6008527

- 2x Viga_angular_2x1_vermelha
  Peça Viga angular 2x1 Descrição: A viga angular 2x1 é uma peça composta por dois eixos 1M que se cruzam em um furo redondo. Link da imagem: https://imgur.com/tOO78la



4x
Viga angular,
módulo 3x7, cinza
4211624

- 2x Viga_angular_3x7_Cinza
  Peça Viga Angular 3x7 Descrição: A viga angular tem o mesmo ângulo em 53,1 graus, mas mede 3 x 7. Link da imagem: https://imgur.com/FkU8UT1

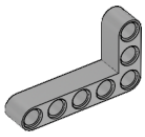


4x
Viga angular dupla,
módulo 3x7, branca
4495412

2x Viga_angular_dupla_módulo_3x7_branca
Peça viga angular módulo 3x7 branco. Descrição: Esta viga em particular possui dois ângulos de 45 graus, portanto é essencialmente um ângulo de 90 graus com uma boa curva. Link da imagem: https://imgur.com/DUGxhbQ

6x
Viga angular,
módulo 4x4, branca
4509912

- 2x Viga_angular_módulo_4_x_4_branca
Peça Viga Angular módulo 4x4 Descrição: A viga angular 4x4 está em um ângulo de 53,1 graus. Observe os orifícios transversais em cada extremidade. Link da imagem: https://imgur.com/aO5UeIz



2x
Viga angular,
módulo 3x5, cinza
4211713

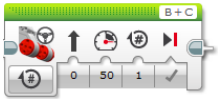
- 2x viga_angular_3x5_cinza
Peça Viga angular 3x5 cinza Descrição: Como a viga angular 4 x 2, esse é outro viga angular de 90 graus, ligeiramente maior a 5 x 3. Ao contrário do viga angular 4 x 2, não há orifício em forma de cruz em uma extremidade. Link da imagem: https://imgur.com/UQukpVh

6x
Extensor de bucha/ eixo,
2 módulos, vermelho
4513174

- 2x Extensor_de_bucha_eixo_vermelho
Peça Extensor de Bucha / Extensor de bucha de eixo Descrição: é um tipo de extensão de eixo transversal, que permite unir dois eixos. Link da imagem: https://imgur.com/lqwHoj5

Programação:

Tarefa: Tarefa De Start
Quantidade: 1
Descrição Tarefa: TAREFA DE STAR. Na tarefa de Start marca o início da sequência de programação fazendo com que o programa inicie automaticamente. Um projeto que não inicie com o bloco start, nenhum bloco de comando será executado.
Nome do Bloco: Bloco Start
Descrição do Bloco: Iniciar Nome: Start Descrição: O bloco Start marca o início da sequência de programação fazendo com que o programa inicie automaticamente. Um projeto que não inicie com o bloco start, nenhum bloco de comando será executado. Link da imagem do bloco: https://imgur.com/VJd2jUz



Tarefa: Tarefa De Linha Reta

Quantidade: 1
Descrição Tarefa: TAREFA DE MOVIMENTO EM LINHA RETA - Objetivo do Objetivo da Lição 1. Aprender como fazer o robô ir pra frente. 2. Aprende como usar o bloco Mover Direção. 3. Aprenda como ler os valores do sensor usando a visualização de Porta (Port View). - Bloco de mover direção 1. Modo de Operação. 2. Direção em linha reta. 3. Potência/Velocidade. 4. Duração/Distância. 5. Brake (frear)/Cost (frear descontinuamente). - Como você usa o mover em linha reta. 1. Etapa: Aba bloco verde, clique e segure Mover Direção e arraste para área de programação. 2. Etapa: Deixe próximo do Bloco Inicial (Seta verde). 3. Etapa: Selecione opções de mover em segundos. 4. Etapa: Conecte o cabo na USB do EV3 e no Laptop. 5. Etapa: Baixe para o EV3.
Nome do Bloco: Bloco Mover Direção
Descrição do Bloco: Mover Direção Nome: Move Steering Descrição: Localizado na aba Action (verde) O Mover Sterring controla dois Large Motors simultaneamente e possibilita configurar a direção na qual que o robôs emove. Parâmetros configuráveis: 1. Motor Esquerdo 2. Motor Direito - > Selecione seu modo de controle e portas de motor 1. Seletor da Porta 2. Modo Seletor 3. Entradas Selecione os dois motores (A, B, C ou D) que você quer que o Mover direção controle usando o Seletor de porta na parte superior do bloco. Clique na letra de cada motor para escolher a porta para este motor. A primeira porta deve ser a do motor no lado esquerdo do veículo e a segunda porta deve ser a do motor no lado direito. Use o Modo seletor para escolher como deseja controlar os motores. Depois de selecionar o modo, você pode escolher os valores para as entradas. As entradas disponíveis irão mudar dependendo do modo. Os modos e entradas estão descritos abaixo. Modos: Ligado para rotações "ON FOR ROTATIONS" - > Modos O Bloco Ligado para rotações "ON FOR ROTATIONS" aciona ambos os motores, aguarda até que um deles tenha girado o número de rotações presente na entrada Rotações e depois desliga ambos os motores. Isso pode ser usado para fazer com que seu robô percorra uma distância específica ou gire em uma quantidade específica. Você pode controlar a velocidade e a direção de seu robô usando as entradas Força e Direção. Use Travar ao finalizar para parar seu robô exatamente após o número especificado de rotações do motor. Entradas usadas: Força, Direção, Rotações, Travar ao finalizar - > Direção e força do Motor A entrada Força aceita um número de -100 a 100. Números negativos e positivos para Força fazem o Motor grande girar em diferentes direções, como exibido no gráfico abaixo. 1. Força Positiva 2. Força Negativa Você pode alterar a direção de rotação normal de um motor usando o bloco Inverter Motor. Se a direção de um motor for invertido, o efeito dos níveis de força negativa e positiva será o oposto ao exibido acima. - > VELOCIDADE DO MOTOR E DIREÇÃO A entrada Direção aceita um número de -100 a 100. Um valor 0 (zero) fará com que seu robô se mova reto. Um número positivo (maior que zero) fará com que seu robô se mova para a direita e, um número negativo, para a esquerda. Quanto mais distante de zero for o valor para o direção, mais fechada a curva será. O Bloco Mover direção faz seu robô virar acionando os dois motores a diferentes velocidades. Para curvas muito fechadas, um dos motores rodará no sentido inverso. Link da imagem do bloco: https://imgur.com/4EGApmO
Referência: Home EV3 http://ev3lessons.com/pt/

Projeto do SCIENCE.

Sistema de reComendação Integrado para o ENsino com robótiCa Educacional. Todos os direitos reservados.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu _____, dou consentimento para coleta e uso de informações relacionadas a experimentação, validação e avaliação do "**S**istema de Gera**Ç**ão **I**ntegrado de aulas para o **EN**sino apoiado por Robóti**C**a **E**ducacional" ou SCIENCE, desenvolvido no âmbito da dissertação de mestrado de Daniel Deyson Nunes Passos, sob orientação dos professores Dr. Paulo Gabriel Queiroz e Dr. Sílvio Roberto Fernandes de Araújo, no Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação UERN-UFERSA.

PROCEDIMENTOS DO ESTUDO: se concordar em participar da pesquisa, você terá que responder a um questionário sobre sua percepção acerca da inclusão digital e robótica educacional, antes de usar o sistema SCIENCE e outro questionário depois de usá-lo, como pré-teste e pós-teste, respectivamente, os dados coletados serão tabulados e analisados para compor os resultados da dissertação supracitada.

RISCOS E DESCONFORTOS: a pesquisa não oferece nenhum risco ou prejuízo ao participante.

BENEFÍCIOS: colaboração para o desenvolvimento de uma tecnologia que poderá melhorar o processo de ensino-aprendizagem em matemática do ensino fundamental II, e que poderá servir de inspiração para outras disciplinas e outros níveis de ensino.

CUSTO/REEMBOLSO PARA O PARTICIPANTE: não haverá nenhum gasto ou pagamento com sua participação.

CONFIDENCIALIDADE DA PESQUISA: garantia de sigilo que assegure a sua privacidade quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa. Os dados e o seu nome não serão divulgados.

Nome completo:

( ) Eu estou de acordo com a participação e declaro que todos os dados são verdadeiros.

( ) Não aceito.

1 – Questionário inicial

Este questionário faz parte das atividades de pesquisa necessárias para a elaboração da dissertação de mestrado em Ciência da Computação do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação UERN-UFERSA. Esta pesquisa tem por objetivo coletar dados dos professores sobre as suas experiências com o uso da tecnologia e a robótica educacional e a matemática. Portanto, solicitamos sua colaboração respondendo as questões abaixo.

Agradecemos sua colaboração.

Atenciosamente,

Daniel Deyson Nunes Passos – Mestrando em Ciência da Computação – PPGCC – UERN – UFERSA.

Paulo Gabriel Gadelha Queiroz – Orientador – UFERSA – PPGCC.

Sílvio Roberto Fernandes de Araújo – Coorientador – UFERSA – PPGCC.

1 – Perfil do participante

1.1 – Endereço de e-mail: _____

- O e-mail será para entrar em contato.
- O e-mail será preservado, não será usado nesta pesquisa.

1.2 – Idade: _____

1.3 – Cidade: _____

1.4 – Instituição onde trabalha:

_____

1.5 – Em que tipo de escola você ministra aula?

( ) Municipal

( ) Particular

( ) Federal

( ) Estadual

( ) Outros

1.6 - Qual disciplina(s) você leciona na escola? _____

1.7 – Na escola em que você trabalha tem laboratório de informática?

( ) Sim ( ) Não

1.8 – Você utiliza computador nas suas aulas?

( ) Sim ( ) Não

1.9 – Você utiliza computador em casa?

( ) Sim ( ) Não

1.10 – Você utiliza alguma ferramenta tecnológica nas suas aulas? Se a resposta for sim, quais?

( ) Não

( ) Sim: _____

1.11 – Com qual frequência você utiliza o computador?

( ) Utiliza todos os dias

( ) até 2 vezes por semana

( ) 5 vezes por semana

( ) de 2 a 6 vezes por semana

( ) Nunca utiliza

1.12 - Você tem acesso à internet em casa?

( ) Sim ( ) Não

1.13 – Você tem acesso à internet no trabalho?

( ) Sim ( ) Não

1.14 – Como você conheceu a robótica educacional?

( ) Na escola em que você trabalha

( ) Por meio de um amigo

( ) Na televisão

( ) Na internet

( ) Em livros

( ) Não conheço

( ) Outros

2 – Matemática e robótica educacional

2.15 – Qual seu grau de conhecimento em relação à robótica educacional?

1 2 3 4 5

Pouquíssimo ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) Expert

2.16 – Você tem alguma dificuldade ou resistência de utilizar uma ferramenta computacional para o auxílio no ensino de matemática? Se for sim, indique o motivo.

( ) Não

( ) Sim: _____

2.17 – Você acredita que a escola onde trabalha tem estrutura para aderir às novas tecnologias para o ensino de matemática?

1 2 3 4 5

concordo totalmente ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) discordo totalmente

2.18 – Você acredita que seus alunos teriam dificuldade para utilizar uma ferramenta computacional ou outra tecnologia voltada para o aprendizado de matemática? Se a resposta for sim, indique quais.

( ) Não

( ) Sim: _____

2.19 – Você conhece ou sabe a utilidade da robótica educacional para o ensino da matemática?

( ) Sim ( ) Não

2.20 – Você ministraria uma aula de matemática utilizando recursos de robótica educacional?

( ) Sim ( ) Não

2.21 – Na sua opinião, qual a relevância de se incluir robótica educacional nos currículos escolares?

1 2 3 4 5

Nenhuma ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) Muitíssima

2.22 – Na sua opinião, quão difícil é ensinar matemática utilizando recursos de robótica educacional?

1 2 3 4 5

Nenhuma ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) Muitíssima

2.23 – O que você acha que é mais difícil na robótica educacional?

( ) montagem dos robôs
( ) programação dos robôs
( ) associação da robótica com conteúdo escolar
( ) não tenho conhecimento

2.24 – Na sua opinião, utilizando prática de robótica nas aulas de matemática, o aprendizado seria melhorado?

( ) Sim
( ) Não

3 – Pré-Teste

3.25 – Você utilizaria um sistema que recomendasse planos de aula?

( ) discordo totalmente
( ) discordo parcialmente
( ) não concordo nem discordo
( ) concordo parcialmente
( ) concordo totalmente

3.26 – Você acredita que os alunos teriam mais interesse nas aulas de matemática utilizando atividades práticas de robótica?

( ) discordo totalmente
( ) discordo parcialmente
( ) não concordo nem discordo
( ) concordo parcialmente
( ) concordo totalmente

3.27 – Com seu conhecimento atual, conseguiria elaborar uma aula prática de matemática utilizando robótica?

( ) discordo totalmente
( ) discordo parcialmente
( ) não concordo nem discordo
( ) concordo parcialmente
( ) concordo totalmente

3.28 – Com seu conhecimento atual, conseguiria lecionar uma aula prática de matemática utilizando robótica?

( ) discordo totalmente
( ) discordo parcialmente
( ) não concordo nem discordo
( ) concordo parcialmente
( ) concordo totalmente

3.29 – Com seu conhecimento atual, você acredita que qualquer conteúdo matemático pode ser abordado usando robótica educacional?

( ) discordo totalmente
( ) discordo parcialmente
( ) não concordo nem discordo
( ) concordo parcialmente

( ) concordo totalmente

3.30 – Você utilizaria um sistema onde professores pudessem compartilhar planos de aula de matemática utilizando robótica educacional?

( ) discordo totalmente
( ) discordo parcialmente
( ) não concordo nem discordo
( ) concordo parcialmente
( ) concordo totalmente

3.31 – Você utilizaria um sistema que lhe retornasse ou apresentasse planos de aula de matemática utilizando robótica educacional?

( ) discordo totalmente
( ) discordo parcialmente
( ) não concordo nem discordo
( ) concordo parcialmente
( ) concordo totalmente

3.32 – Você teria interesse em utilizar robótica educacional nas suas aulas se houvesse um guia ou plano de aulas detalhado?

( ) discordo totalmente
( ) discordo parcialmente
( ) não concordo nem discordo
( ) concordo parcialmente
( ) concordo totalmente

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE

Este questionário faz parte das atividades de pesquisa necessárias para a elaboração da dissertação de mestrado em Ciência da Computação do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação UERN-UFERSA. Esta pesquisa tem por objetivo avaliar a percepção dos professores sobre a aceitação do protótipo, se as aulas aplicadas da disciplina de matemática estão de acordo com a utilização da robótica educacional. Portanto, solicitamos sua colaboração respondendo as questões abaixo.

Agradecemos sua colaboração.

Atenciosamente,

Daniel Deyson Nunes Passos – Mestrando em Ciência da Computação – PPGCC – UERN – UFERSA.

Paulo Gabriel Gadelha Queiroz – Orientador – UFERSA – PPGCC.

Sílvio Roberto Fernandes de Araújo – Coorientador – UFERSA – PPGCC.

1 – Com relação ao sistema:

1.1 – O Sistema retorna aulas de acordo com a busca realizada?

( ) discordo totalmente
( ) discordo parcialmente
( ) não concordo nem discordo
( ) concordo parcialmente
( ) concordo totalmente

2 – Com relação à precisão do sistema:

2.2 – Você está satisfeito com a precisão dos planos de aula retornados ou apresentados pelo sistema?

( ) discordo totalmente
( ) discordo parcialmente
( ) não concordo nem discordo

( ) concordo parcialmente
( ) concordo totalmente

2.3 – O sistema apresenta erros nas aulas geradas?

( ) discordo totalmente
( ) discordo parcialmente
( ) não concordo nem discordo
( ) concordo parcialmente
( ) concordo totalmente

2.4 – As aulas de matemática utilizando robótica educacional se adaptam facilmente com os conteúdos dados em sala de aula?

( ) discordo totalmente
( ) discordo parcialmente
( ) não concordo nem discordo
( ) concordo parcialmente
( ) concordo totalmente

3 – Com relação às aulas de matemática utilizando a robótica educacional:

3.5 – Os planos de aula estão de acordo com suas necessidades?

( ) discordo totalmente
( ) discordo parcialmente
( ) não concordo nem discordo
( ) concordo parcialmente
( ) concordo totalmente

3.6 - O sistema apresenta aulas suficientes?

( ) discordo totalmente
( ) discordo parcialmente

( ) não concordo nem discordo
( ) concordo parcialmente
( ) concordo totalmente

3.7 – Informe algum problema enfrentado no uso do SCIENCE e insira sugestões para melhorá-lo.

_____

_____

4 – SCIENCE

4.8 – Você utilizaria o sistema SCIENCE nas suas aulas?

( ) discordo totalmente
( ) discordo parcialmente
( ) não concordo nem discordo
( ) concordo parcialmente
( ) concordo totalmente

4.9 – O SCIENCE ajudaria no ensino da matemática com robótica educacional?

( ) discordo totalmente
( ) discordo parcialmente
( ) não concordo nem discordo
( ) concordo parcialmente
( ) concordo totalmente

4.10 – É possível utilizar o sistema SCIENCE como ferramenta de ensino de matemática?

( ) discordo totalmente
( ) discordo parcialmente
( ) não concordo nem discordo
( ) concordo parcialmente

( ) concordo totalmente

5 – Pós-Teste

5.11 – Você utilizaria um sistema que recomendasse planos de aula?

( ) discordo totalmente
( ) discordo parcialmente
( ) não concordo nem discordo
( ) concordo parcialmente
( ) concordo totalmente

5.12 – Você acredita que os alunos teriam mais interesse nas aulas de matemática utilizando atividades práticas de robótica?

( ) discordo totalmente
( ) discordo parcialmente
( ) não concordo nem discordo
( ) concordo parcialmente
( ) concordo totalmente

5.13 – Com seu conhecimento atual, conseguiria elaborar uma aula prática de matemática utilizando robótica?

( ) discordo totalmente
( ) discordo parcialmente
( ) não concordo nem discordo
( ) concordo parcialmente
( ) concordo totalmente

5.14 – Com seu conhecimento atual, conseguiria lecionar uma aula prática de matemática utilizando robótica?

( ) discordo totalmente

( ) discordo parcialmente
( ) não concordo nem discordo
( ) concordo parcialmente
( ) concordo totalmente

5.15 – Com seu conhecimento atual, você acredita que qualquer conteúdo matemático pode ser abordado usando robótica educacional?

( ) discordo totalmente
( ) discordo parcialmente
( ) não concordo nem discordo
( ) concordo parcialmente
( ) concordo totalmente

5.16 – Você utilizaria um sistema onde professores pudessem compartilhar planos de aula de matemática utilizando robótica educacional?

( ) discordo totalmente
( ) discordo parcialmente
( ) não concordo nem discordo
( ) concordo parcialmente
( ) concordo totalmente

5.17 – Você utilizaria um sistema que lhe retornasse ou apresentasse planos de aula de matemática utilizando robótica educacional?

( ) discordo totalmente
( ) discordo parcialmente
( ) não concordo nem discordo
( ) concordo parcialmente
( ) concordo totalmente

5.18 – Você teria interesse em utilizar robótica educacional nas suas aulas se houvesse um guia ou plano de aulas detalhado?

( ) discordo totalmente

( ) discordo parcialmente

( ) não concordo nem discordo

( ) concordo parcialmente

( ) concordo totalmente