



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS
EXATAS

ROBÓTICA EDUCATIVA: UM RECURSO PARA O
ESTUDO DE GEOMETRIA PLANA NO 9º ANO DO
ENSINO FUNDAMENTAL

Maria Claudete Schorr Wildner

Lajeado, maio de 2015

Maria Claudete Schorr Wildner

**ROBÓTICA EDUCATIVA: UM RECURSO PARA O ESTUDO DE
GEOMETRIA PLANA NO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, Centro Universitário Univates, como parte da exigência para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências Exatas, na linha de pesquisa Tecnologias, Metodologias e Recursos Didáticos para o Ensino de Ciências Exatas.

Orientadora: Professora Dr^a Márcia Jussara Hepp Rehfeldt.

Coorientadora: Professora Dr^a Marli Teresinha Quartieri

Lajeado, maio de 2015

ROBÓTICA EDUCATIVA: UM RECURSO PARA O ESTUDO DE GEOMETRIA PLANA NO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Maria Claudete Schorr Wildner

A banca examinadora _____ a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas, do Centro Universitário UNIVATES, como parte da exigência para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências Exatas, Tecnologias, Metodologias e Recursos Didáticos para o Ensino de Ciências Exatas.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Márcia Jussara Hepp Rehfeldt – Orientadora
Centro Universitário UNIVATES

Prof^ª. Dr^ª Marli Teresinha Quartieri – Coorientadora
Centro Universitário UNIVATES

Dra. Ieda Maria Giongo
Avaliador 1

Dra. Maria Madalena Dullius
Avaliador 2

Dra. Laurete Zanol Sauer
Avaliador 3

Lajeado-RS, maio de 2015

*Dedico este trabalho às
pessoas que são tudo para
mim: meu filho, Christian
Wildner, e meus pais, Maria
Izabel e Renato Alberto
Schorr, que sempre foram meu
maior exemplo.*

AGRADECIMENTOS

Chegou o grande momento de agradecer a todos que contribuíram de alguma forma para a realização desta pesquisa. Esta parte não é muito fácil, pois gostaria de citar o nome de todos, o que tornaria esta seção muito extensa. São tantas as pessoas queridas que colaboraram com o meu sonho de ser Mestre! As palavras de apoio e incentivo, as orientações e ideias, bem como as necessárias correções foram essenciais para que eu conseguisse percorrer esta caminhada com motivação e sucesso.

Isto posto, inicio agradecendo a Deus pelas oportunidades e vivências maravilhosas.

Ao meu filho, que está sempre ao meu lado, incentivando-me e acompanhando as minhas angústias e alegrias e, muitas vezes, a desesperança. Filho, sinto por, nestes dois últimos anos, não ter acompanhado de perto suas corridas. Mas saiba que, embora em casa estudando, meu coração sempre estava com você. Tenha certeza de que agora, com os finais de semana livres, terá minha companhia. Saiba que o amo!

Aos meus pais, que são meu maior exemplo e porto seguro. Agora sim vou poder passar mais horas com vocês.

Ao meu esposo, que sempre esteve ao meu lado, incentivando-me e aguentando os momentos de estresse.

À Professora. Dra. Márcia Jussara Hepp Rehfeldt e à Professora Dra. Marli Teresinha Quartieri, um agradecimento muito especial. Vocês estiveram sempre presentes e dispostas para me orientar. Muito obrigada pela atenção, orientações e contribuições! Profissionais

como vocês fazem a diferença na educação!

Aos meus irmãos que me apoiaram e torceram para eu chegasse até aqui.

Aos meus sobrinhos queridos e afilhados a quem tanto amo. Vocês contribuíram com momentos de alegria, importantes para que eu continuasse a caminhada e enfrentasse todos os desafios até o final.

Aos demais familiares e amigos que me apoiaram e incentivaram, admirando e elogiando a minha dedicação e persistência.

Aos meus colegas do Mellinho e Univates, pelo incentivo e apoio. Em especial, ao Professor Fabrício Pretto, que me auxiliou na tradução do resumo e à Professora Claudete Ruschel, por ter me auxiliado na correção do projeto para a qualificação.

À direção e à coordenação do Colégio Mellinho, que sempre me apoiaram e compreenderam as minhas faltas.

Aos estudantes do Curso de Engenharia de Controle e Automação e Engenharia Mecânica da Univates, principalmente ao Haroldo Tonetto e Eduardo Lieberknecht.

Aos estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, que participaram com muito interesse e entusiasmo desta pesquisa.

Às professoras Dra. Ieda Maria Giongo e Dra. Maria Madalena Dullius, pela participação na minha banca de qualificação e contribuições e sugestões de melhorias feitas naquele momento. Agradeço-lhes também por terem aceito o convite para participarem da minha banca de defesa juntamente com a Professora Dra. Laurete Zanol Sauer, a quem estendo meus agradecimentos.

Aos Professores do PPGECE. A presença de vocês nesta caminhada foi importante demais, pois contribuíram com esta minha formação.

Enfim, obrigada amigos, familiares, professores, pelas palavras de carinho, incentivo, apoio e principalmente por fazerem parte da minha vida. Todos vocês são muito especiais para mim!

RESUMO

Esta dissertação aborda a utilização da robótica como recurso para a aprendizagem significativa da geometria plana no 9º ano do Ensino Fundamental, cujo problema de pesquisa foi como a Robótica pode contribuir na aprendizagem significativa da geometria plana no 9º Ano do Ensino Fundamental. O estudo foi realizado em uma escola privada do município de Lajeado, Rio Grande do Sul, tendo, como participantes, vinte e sete estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental. Os objetivos específicos propostos na pesquisa foram: identificar os conhecimentos prévios dos alunos em relação a alguns elementos da geometria plana e da robótica; desenvolver uma prática pedagógica, com alunos do 9º Ano do Ensino Fundamental, que envolva geometria plana por meio da robótica, estimulando os alunos a estabelecer conexões entre esta e a Matemática; analisar se as atividades desenvolvidas durante a prática pedagógica são potencialmente significativas para a aprendizagem de alguns conceitos da geometria plana. Para o alcance dos objetivos, compreendeu-se a robótica como meio para a aprendizagem da geometria plana. A pesquisa é de natureza quantitativa e qualitativa. Para levantamento dos dados, foram utilizados um pré-teste e um pós-teste, além de observações feitas em um diário de campo, fotos, filmagens e, por fim, um questionário de satisfação. Os dados apontaram que: a) os alunos evidenciaram, antes da intervenção pedagógica, a falta de alguns subsunçores relacionados aos conceitos de áreas e perímetros, em especial, de figuras planas no formato irregular; b) o material elaborado durante a prática pedagógica desenvolvida com os alunos mostrou ser potencialmente significativo, pois contribuiu para que houvesse modificação, enriquecimento e elaboração de subsunçores presentes nas estruturas cognitivas dos alunos; c) os alunos, diante da proposta apresentada, mostraram-se predispostos a aprender os conceitos de áreas e perímetros, favorecendo a ocorrência da aprendizagem significativa; d) o pós-teste e o questionário de satisfação evidenciaram alterações nos subsunçores dos alunos, bem como apontaram que a robótica pode ser um meio para auxiliar na aprendizagem de alguns conceitos relacionados à geometria.

Palavras chaves: Aprendizagem significativa. Robótica. Geometria Plana

ABSTRACT

This dissertation approaches the use of robotic as resource to a meaningful learning of plane geometry in 9th grade of Elementary School, whose research problem was: How can the robotic contribute in the meaningful learning of plane geometry in 9th grade of Elementary School. The study was performed in a private school of Lajeado city, Rio Grande do Sul, whose participants were, twenty seven students of 9th grade of Elementary School. The specific goals proposed on the research were: identify prior knowledge of students in relation to some elements of plane geometry and robotic; develop a pedagogical practice, with students of 9th grade of Elementary School, that involve plane geometry by means the robotic, stimulating students to establish connections between robotic and mathematic; examine whether the activities developed during the pedagogical practices are potentially meaningful to learning of some concepts of plane geometry. The research is a quantitative and qualitative nature. For data collection were used a pretest and post-test, besides of annotation performed in a field diary, photos, shooting, and the end, a satisfaction questionnaire. The data showed: a) students show, before the pedagogical intervention, the lack of some subsumer related to concepts of area and perimeter, in a special situation, in plane figures of irregular format; b) the material made during pedagogical practice developed with the students showed be potentially meaningful, because contributed to provide modification, enrichment and development of present subsumer on the cognitive structures of students; c) the students, face of presented proposed, show up predisposed to learn the concepts of area and perimeter, favoring the meaningful learning; d) the post-test and the satisfaction questionnaire showed modification on the student's subsumer, as well as indicate that the robotic may be a means to assist in learning of some concepts related to the geometry.

Keywords: Meaningful learning. Robotic; Plane Geometry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Ciclo descrição-execução-reflexão-depuração	32
Figura 2 – Página de abertura do <i>Site do Scratch</i>	33
Figura 3 – Tela principal do <i>Scratch</i>	34
Figura 4 – Armazém de instruções do <i>Scratch</i>	34
Figura 5 - Tela do <i>Scratch</i> com <i>sprite</i> padrão.....	35
Figura 6 - Palco do <i>Software Scratch</i>	35
Figura 7 – Tela principal do <i>S4A</i>	36
Figura 8 - Blocos de comandos do <i>S4A</i>	37
Figura 9 - Placa Arduino UNO	38
Figura 10 – RoboMat.....	39
Figura 11 – Resposta da questão 3 do Questionário de Satisfação	55
Figura 12 – Resposta da questão 4 do Questionário de Satisfação	55
Figura 13 - RoboMat modelo inicial	57
Figura 14 – RoboMat modelo final	58
Figura 15 – Questão 1 – Pré-teste.....	59
Figura 16 – Resposta Questão 1 – Pré-teste	59
Figura 17 –Resposta Questão 1 – Pré-teste	59
Figura 18 – Resposta da questão 2 – Pré-teste	60

Figura 19 – Resposta da questão 3 – Pré-Teste	61
Figura 20 – Resposta da questão 4 – Pré-Teste	61
Figura 21 – Resposta da questão 5 – Pré-Teste	62
Figura 22 – Resposta da questão 6 – Pré-Teste	63
Figura 23 – Resposta da questão 7 – Pré-teste	63
Figura 24 – Resposta da questão 7 – Pré-Teste	64
Figura 25 – Resposta da questão 8 do Pré-teste	65
Figura 26 – Desenho da folha, atividade organizador prévio.....	67
Figura 27 – Resultado da atividade do organizador prévio da aluna G.....	69
Figura 28 – Resultado da atividade do organizador prévio da aluna E	69
Figura 29 – Aluno C contornando a figura da atividade do organizador prévio	70
Figura 30 – Programação no <i>S4A</i> , testando ângulos	73
Figura 31 – Desenhando a malha no quadro branco	74
Figura 32– Desenho do Triângulo com auxílio do RoboMat, conforme atividade aula 6, apêndice I.....	77
Figura 33– Programação no <i>S4A</i> referente ao triângulo, conforme atividade aula 6, apêndice I.....	77
Figura 34 – Postagem no <i>facebook</i> do trapézio desenho com o auxílio do RoboMat.....	82
Figura 35 – Desenho da Bandeirinha (Apêndice H).....	84
Figura 36 – Atividade final – (Apêndice N)	86
Figura 37 – Desenho do grupo 1 referente à atividade final	88
Figura 38 – Código fonte usado para desenhar a figura por meio do RoboMat.....	89
Figura 39 – Código fonte para desenhar a figura na tela do computador, calcular e apresentar os resultados	89
Figura 40 – Figura desenhada pelo Robô do grupo 1.....	90
Figura 41 – Código fonte utilizado pelo grupo 2.....	91
Figura 42 – Grupo 2 testando o código fonte	92
Figura 43 – Código fonte do Grupo 3 referente a atividade final.....	93

Figura 44 – Código fonte grupo 4	94
Figura 45 – Programação para desenho da figura da atividade final por meio do RoboMat - grupo 4.....	95
Figura 46 – Resposta de um aluno para a questão 1 do pós-teste	98
Figura 47 – Resolução apresentada por um aluno para a questão 2b – Pós-teste.....	99
Figura 48 – Resolução apresentada por um aluno para a questão 3 – Pós-teste.....	100
Figura 49 – Resolução apresentada por um aluno para a questão 3 – Pós-teste.....	101
Figura 50 – Resolução apresentada por um aluno para a questão 3 – Pós-teste.....	102
Figura 51 – Resolução apresentada por um aluno para a questão 3 – Pós-teste.....	102
Figura 52 – Resolução apresentada por um aluno para a questão 3 – Pós-teste.....	102

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Atividades realizadas durante a intervenção pedagógica	50
Quadro 2 – Respostas dos alunos para questão 1 do Organizador Prévio.....	67
Quadro 3 – Respostas dos alunos para questão 2 do Organizador Prévio.....	68
Quadro 4 - Respostas dos alunos referente aos questionamentos sobre trapézios	79
Quadro 5 – Comentários dos alunos durante as atividades com o RoboMat	81
Quadro 6 – Comentários e questionamentos dos alunos durante a realização da atividade Final	87
Quadro 7 – Questão 1 Pós-teste.....	97
Quadro 8 – Questão 2 – Pós-teste.....	98
Quadro 9 – Questão 2b – Pós-teste.....	99
Quadro 10 – Questão 3 – Pós-teste.....	102
Quadro 11 – Questão 4 – Pós-teste.....	103
Quadro 12 – Questão 5 – Pós-teste.....	104
Quadro 13 – Questão 1 – Questionário de Satisfação	105
Quadro 14 – Respostas dos alunos para a questão 1 do questionário de satisfação	106
Quadro 15 – Questão 2 – Questionário de Satisfação	106
Quadro 16 – Respostas dos alunos para a questão 2 do questionário de satisfação	107
Quadro 17 – Questão 3 – Questionário de Satisfação	108
Quadro 18 – Respostas dos alunos para a questão 3 do questionário de satisfação	108

Quadro 19 – Questão 4 – Questionário de Satisfação	109
Quadro 20 – Respostas dos alunos à questão 4 do questionário de satisfação.....	109
Quadro 21 – Questão 5 – Questionário de Satisfação	110
Quadro 22 – Respostas dos alunos para a questão 5 do questionário de satisfação	110

LISTA DE SIGLAS

S4A – Scratch for Arduíno

MIT – Massachusetts Institute of Technology

RPBC – Robótica Pedagógica de Baixo Custo

USB – Universal Serial Bus

PCN – Parâmetro Curricular Nacional

CD – Compact Disk

DVD – Digital Versatile Disc

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1 Aprendizagem significativa.....	21
2.2 Tecnologias na Educação	24
2.3 Ferramentas Computacionais Utilizadas durante a pesquisa	32
2.3.1 <i>Software Scratch</i>	32
2.3.2 <i>Scratch</i> para Arduino – <i>S4A</i>	36
2.3.3 Arduino	37
2. 4 O estudo da geometria plana	39
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	44
3.1 Caracterização da pesquisa	44
3.2 Organização da Pesquisa	47
4 ANÁLISE E RESULTADOS.....	54
4.1 Caracterização da turma	54
4.2 Elaboração do material necessário para a intervenção	56
4.3 Análise dos conhecimentos prévios	58
4.4 Organizadores prévios	66
4.5 Análise das construções envolvendo ângulos, áreas e perímetros de figuras geométricas planas.....	71
4.5.1 Ângulos com o uso do RoboMat.....	72
4.5.2 Cálculo de área e perímetro de triângulos	76
4.5.3 Cálculo de área e perímetro de trapézios	79
4.5.4 Cálculos de áreas e perímetros de figuras irregulares	83
4.6 Análise do Pós-teste	96
4.7 Análise do questionário de satisfação	104
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	111
REFERÊNCIAS	118
APÊNDICES	124

1 INTRODUÇÃO

O uso de tecnologias, em especial do computador, vem provocando sensíveis melhorias no processo de ensino e de aprendizagem em escolas e projetos de pesquisas, envolvendo a educação em geral, apresentando resultados importantes em relação à identificação dos esquemas mentais dos alunos e forma de resolução de problemas. (VALENTE *et al* apud SENGUE *et al*, 2005). Dessa maneira, seu emprego no ensino, principalmente no de Matemática, oportuniza aos alunos novas descobertas e conceitos, por meio dos quais eles podem utilizar sua criatividade, desenvolvendo, assim, um aprendizado significativo dos conteúdos matemáticos.

Segundo Prensky (2001), o contexto da educação do século XXI exige inovações tecnológicas, haja vista a mudança radical dos alunos. Estes, nomeados nativos digitais, estão habituados a lidar diariamente com essas ferramentas, fato que torna necessário inseri-las nas aulas, aproximando-nos, dessa forma, da linguagem de nossos discentes e do seu cotidiano.

O professor, ao utilizar tais ferramentas, possibilita uma comunicação diferenciada com seus educandos, além de se integrar ao mundo tecnológico, ou seja, embora imigrante, passará a fazer parte do universo dos nativos digitais. Na educação, lidar com estes tem se tornado um desafio e, conseqüentemente, muitas escolas têm dado atenção a esta nova geração. Seminários, palestras, reuniões sobre esse tema têm sido realizados em instituições, numa demonstração da inquietação dos educadores em relação ao assunto.

Logo, é importante uma maior aproximação e envolvimento com os alunos e, para facilitar esse processo, a utilização das tecnologias é fundamental. Neste contexto, a Robótica pode ser uma delas, já que a geração atual de alunos vem demonstrando interesse pelo tema,

sendo perceptível a quantidade de jovens criando protótipos por meio da robótica. Em feiras, como na MOSTRATEC¹, e também na de Ciências da Univates², tem-se constatado um aumento de trabalhos envolvendo os recursos tecnológicos, principalmente a robótica. Há alguns anos, devido ao alto custo dos materiais, poucos dispunham desses recursos. Mas, atualmente, a diversidade destes vem crescendo, oferecendo outras alternativas, provocando a redução dos preços e, dessa forma, colocando-os ao alcance de mais estudantes e escolas.

Conseqüentemente, as escolas estão adotando *kits* de Robótica³ como recurso pedagógico. É importante destacar que o baixo custo destes oferecido pelo mercado tem possibilitado sua aquisição também pelas escolas públicas. Para Marins (2013, texto digital), “em vez de quadro-negro e carteiras, a sala de aula tem furadeira, martelos, parafusos, grampos e serra tico-tico”, visando à construção dos robôs. Para colocá-los em funcionamento, além dos materiais alternativos, podem ser usados *softwares* livres.

Assim, considero a robótica uma tecnologia presente na atualidade que desperta o interesse e a curiosidade dos alunos e professores. Além de representar um atrativo, sua utilização propicia um trabalho inovador, dinâmico e criativo, embora seja ainda um desafio para muitas escolas. Este deve-se à resistência de parte dos docentes em adotá-la, por não acreditarem, muitas vezes, no potencial desse recurso.

Partindo do problema que norteia esta pesquisa - Quais as contribuições da robótica para a aprendizagem significativa de conceitos da geometria plana no 9º Ano do Ensino Fundamental ? - e, tendo como objetivo principal identificar em que aspectos a Robótica pode contribuir na aprendizagem significativa da geometria plana, realizei vários estudos. Nestes, pesquisei diversos autores, tais como: Ausubel (2003); Moreira (2011a); Moreira (2011b); Papert (1986); Moran (2000); Valente *et al* (2007); Kenski (2007); Rolkouski (2011); Prensky (2001); Zilli (2004); Castilho (2002); Lorenzato (2006) e Gondim (1972).

Os objetivos específicos que possibilitaram atingir o objetivo geral durante a pesquisa foram:

¹ MOSTRATEC - Mostra Brasileira de Ciência e Tecnologia - Mostra Internacional de Ciência e Tecnologia- <http://www.mostratec.com.br/pt-br>

² Centro Universitário Univates – <http://www.univates.br>

³ *kits* de Robótica - kits de montagens com diversas peças, que possibilitam a simulação de objetos do mundo real, animados pela ação de motores, lâmpadas e sensores, podendo ser controlados pelo computador. Ou seja, após a construção de um protótipo ou de uma maquete, insere-se neles componentes elétricos que, conectados a uma interface ligada ao computador, podem funcionar de acordo com uma programação. Disponível em: <http://www.pimpao.com.br/roboticaEduacional?PHPSESSID=c349780de3151541bc725d3104ec9e72>

- Identificar os conhecimentos prévios dos alunos em relação a alguns elementos da geometria plana e da Robótica;
- Desenvolver uma prática pedagógica, com alunos do 9º Ano do Ensino Fundamental, que envolva geometria plana por meio da Robótica, estimulando-os a estabelecer conexões entre a Robótica e a Matemática;
- Analisar se as atividades desenvolvidas durante a prática pedagógica são potencialmente significativas para a aprendizagem de ângulos, áreas e perímetros.
- Motivar, por meio da robótica, a aprendizagem de áreas e perímetros de figuras geométricas planas.

A escolha do tema “Robótica Educativa: um recurso para o estudo de geometria plana no 9º ano do ensino fundamental” resultou da minha vivência no ensino da Informática e Robótica. Ao atender alunos de vários níveis de ensino, percebia, em especial no 9º ano, dificuldades de compreensão de alguns conceitos da geometria. A utilização de diversas ferramentas computacionais, durante os dez anos como professora de Informática e Robótica, despertaram-me a curiosidade e me levaram a investigar como a Robótica poderia auxiliar na aprendizagem significativa, principalmente em conceitos relacionados à geometria plana.

Seymour Papert, em 1980, já utilizava o LOGO⁴ para ensinar conteúdos de geometria. Os alunos programavam o computador de forma que a “tartaruga caminhava” de acordo com o planejado. Com isso, para Papert (1986), os estudantes usam o computador para tomar decisões e, assim, passam a refletir sobre suas ações e/ou pensamentos.

Como a tartaruga, utilizada para o ensino da geometria, a Robótica também pode ser uma aliada para desenvolver o raciocínio lógico matemático do aluno. Penso que os estudantes têm a possibilidade de empregar os conhecimentos já adquiridos anteriormente para a construção dos seus robôs, envolvendo os da matemática, mecânica, física, artes, entre outros. A partir dessa construção, os discentes devem programá-los usando recursos tecnológicos, linguagens de programação e conceitos da geometria já aprendidos em sala de aula.

⁴ LOGO – Filosofia educacional, onde o computador é a ferramenta que propicia à criança as condições de entrar em contato com algumas das mais profundas ideias em ciência, matemática e criação de modelos (PAPERT, 1986, p. 9).

Diante desse cenário e considerando a disposição de estudar, pesquisar e acompanhar alunos utilizando a Robótica no ensino da geometria plana, acredito ser necessário um estudo mais aprofundado dessa relação que já estabeleço nas minhas aulas, de forma empírica. Assim, tornou-se essencial esta pesquisa se desenvolver à luz de referenciais teóricos e com métodos científicos.

As diversas leituras que realizei levaram-me a um desejo maior de investigar o assunto robótica e geometria. Nesse contexto, resolvi utilizar o referido tema como foco desta pesquisa de Mestrado. O intuito foi identificar algumas habilidades que poderiam ser desenvolvidas com o uso da Robótica na aprendizagem da geometria plana.

Durante as aulas de Robótica, percebia a motivação dos alunos. Por isso, a crença de que ela poderia ser utilizada para auxiliar na formação de conceitos relacionados à geometria ou a outras áreas do conhecimento. Conforme Castro (2008), a Robótica também possibilita o trabalho interdisciplinar, pois relaciona e integra diferentes áreas do conhecimento, como Linguagem, Matemática, Física, Eletricidade, Eletrônica, Mecânica, Arquitetura, etc.

Neste estudo, procurei integrá-la ao ensino da geometria plana, isto é, trabalhar alguns conceitos desta por meio daquela. Um dos principais motivos que me levaram a pesquisar o tema foi à falta de material, ou seja, não encontrei nenhuma investigação na área da geometria plana com o uso da Robótica voltada ao ensino - mais especificamente com materiais alternativos, como Arduíno⁵ e *Scratch*⁶. Somente localizei alguns trabalhos envolvendo a utilização do Mindstorms, um *kit* da Lego bastante caro e inviável à maioria das escolas.

Ao procurar no portal da CAPES⁷, não consegui localizar um trabalho que envolvesse o uso da Robótica-*Scratch*-Arduíno e geometria. Em vista disso, utilizei outros filtros para desenvolver o presente estudo, tais como: Robótica na Educação; Robótica na Matemática; Robótica Geometria; Robótica Geometria Plana; Robótica Geometria Arduíno; Robótica Geometria *Scratch*; Robótica Geometria Plana *Scratch*; Robótica Geometria Plana *Scratch* Arduíno e Geometria Plana *Scratch*. Nessa investigação, percebi que alguns trabalhos já haviam sido realizados utilizando a Robótica no ensino da matemática e na educação em geral. Destes, vinte e um foram efetivados com o filtro “Robótica na Educação” e vinte e dois,

⁵ Arduíno – Placa de prototipagem eletrônica, desenvolvida na Itália, de código aberto, baseada em código aberto, baseada em *software* e *hardware*. Disponível em: <http://www.arduino.cc/>

⁶ *Scratch* – é um *software* criado pelo grupo *Lifelong Kindergarten*, no *Media Lab* do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*).

⁷ CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – <http://www.capes.gov.br/>.

com “Robótica Geometria”. Já com os descritores “Robótica matemática” achei setenta, mas quanto aos itens que permearam minha pesquisa - “Robótica, Arduino, *Scratch*, Geometria Plana” - não havia um sequer.

Dos trabalhos encontrados no portal da CAPES, envolvendo o uso da robótica na educação nenhum deles utilizava a robótica de baixo custo. Em todos era utilizado o *Mindstorms*, sendo este é um recurso muito caro para a maioria das escolas. Com isso senti-me ainda mais motivada a procurar e investigar uma alternativa de baixo custo. Percebi também que a robótica ainda é pouco explorada nas escolas.

Os meus conhecimentos empíricos apontavam que muitos educandários careciam de materiais alternativos que envolvessem tecnologias para utilizar em suas aulas, principalmente a Robótica. Além do alto custo, os materiais oferecidos pelo mercado não possuíam muita flexibilidade de uso, ao contrário do Arduino, que podia ser utilizado de forma bastante versátil. Aliada a isso, havia a falta de profissionais para atuar nessa área nas instituições de Educação Básica.

Com o uso da Robótica, os alunos criaram e programaram cada passo do robô, sendo essa a investigação efetivada. Acredito que os resultados decorrentes desta pesquisa poderão ser importantes aos professores, os quais utilizariam esses recursos em suas aulas não apenas na geometria, mas também adaptá-los a outros conteúdos. É relevante mencionar que, por meio da programação e construção dos robôs, é possível envolver conteúdos de Física, Mecânica, Artes, entre outros.

A opção pelos materiais alternativos se deveu por estes serem de baixo custo, visando a um menor investimento em termos financeiros para a escola. Ressalto ainda que a escolha por *softwares* livres⁸ ocorreu pelo acesso sem restrições. Esta pesquisa também poderá auxiliar outras instituições educacionais a usarem os referidos materiais sem investimentos significativos. Inicialmente, utilizei o *Mindstorms*⁹ da Lego, mas a instituição na qual realizei a prática possuía apenas um *kit*, o que inviabilizava o estudo. Assim, surgiu a ideia da utilização de um material de baixo custo, como o Arduino.

⁸ *Software Livre - Software Livre*, ou *Free Software*, conforme a definição de *software* livre criada pela *Free Software Foundation*, é o *software* que pode ser usado, copiado, estudado, modificado e redistribuído sem restrição. Disponível em: <http://br-linux.org/2008/01/faq-softwarelivre.html>

⁹ *Mindstorms – Robôs da LEGO* – Disponível em:

<http://www.lego.com/enus/mindstorms/?domainredir=mindstorms.lego.com>

A presente pesquisa contém sete etapas, sendo elas: Introdução, Referencial Teórico, Metodologia, Análise de Dados, Considerações Finais, Referências e Apêndices. Na introdução, abordo o tema, a justificativa da escolha do tema, a importância do uso das tecnologias e robótica na educação e a geometria plana. Ademais, exponho e comento os objetivos específicos e o geral.

O referencial teórico, a segunda etapa, está dividido em cinco subseções. Nele, explano algumas ideias da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2003), descrevo as tecnologias na educação, apresento a Robótica Educativa, mostrando o significado da Robótica, seu histórico e algumas aplicações. Além disso, cito as ferramentas computacionais utilizadas e, por último, o estudo de geometria.

No capítulo três, apresento os procedimentos metodológicos. Nesta seção, descrevo a caracterização da pesquisa, seu delineamento e a sua organização metodológica. Também relato onde foi realizada a investigação e as atividades, os *softwares* e materiais que foram utilizados durante a intervenção pedagógica.

No capítulo quatro, evidencio a descrição dos resultados emergentes da intervenção pedagógica, iniciando pela caracterização da turma, passos metodológicos anteriores à intervenção, dados coletados, análise dos resultados quantitativos e qualitativos. As análises do pré e pós-teste, dos organizadores prévios utilizados, comentários dos alunos, fotos e registros das atividades realizadas também fazem parte da seção.

Já no quinto capítulo, exibio as considerações finais, em que destaco a importância da pesquisa, os aspectos positivos e negativos, faço uma análise do problema e objetivos e concluo descrevendo as minhas considerações pessoais em relação à investigação. Nas referências, que é o sexto capítulo, apresento todas as referências utilizadas no decorrer do estudo, os endereços eletrônicos e livros pesquisados.

Finalizo com a seção de apêndices, onde mostro as atividades desenvolvidas e os documentos necessários à realização da pesquisa. No próximo capítulo, apresento o referencial teórico que a sustenta.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo, apresento o referencial teórico que sustenta minha pesquisa, expondo, dessa forma, os seguintes temas: aprendizagem significativa, tecnologias na educação, robótica na educação, ferramentas computacionais e a geometria. Na primeira seção, explico algumas ideias da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2003). Na segunda, descrevo tecnologias na educação, destacando a sua importância; na terceira, mostro o significado da Robótica, seu histórico e algumas aplicações. Já na quarta, cito as ferramentas computacionais utilizadas, envolvendo *hardware* e *software* e dividindo-as em três partes: *Software Scratch*, *S4A* e Arduíno. Assim, exponho os principais comandos do *Scratch* e do *S4A*, bem como a função e o funcionamento do Arduíno. E por fim, na quinta, faço um relato sobre o estudo de geometria.

2.1 Aprendizagem significativa

Segundo Moreira (2011a), a aprendizagem é considerada significativa quando as ideias expressas interagem de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Para esse autor, a maneira substantiva quer dizer não literal, não ao pé da letra; a não arbitrária pressupõe que a interação não pode ser com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento que seja relevante e que já faça parte da estrutura cognitiva do sujeito.

O conhecimento relevante, significativo, que Moreira (2011a) menciona, foi

denominado subsunçor por David Ausubel¹⁰ (1918-2008). Conforme Moreira (2011a, p. 14),

Em termos simples, subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto. Tanto por recepção como por descobrimento, a atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação com eles.

Moreira (2011a) enfatiza que o subsunçor pode ter menor ou maior estabilidade cognitiva, servindo, muitas vezes, de ideia-âncora para um novo conhecimento. A aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre os conhecimentos prévios e os novos, onde a interação deverá ser não literal e não arbitrária. Durante esse processo, a interação com os novos conhecimentos proporciona sentido para o sujeito; e os conhecimentos prévios conquistam novos significados, ou então, uma maior estabilidade cognitiva. Segundo Moreira (2011a., p. 18),

Em linguagem coloquial poderíamos dizer que “nossa cabeça” está “cheia” de subsunçores, uns já bem firmes outros ainda frágeis, mas em fase de crescimento, uns muito usados outros raramente, uns com muitas “ramificações” e outros “encolhendo”. Naturalmente, esses conhecimentos interagem entre si e podem organizar-se e reorganizar-se. Ou seja, “nossa cabeça” contém um conjunto dinâmico de subsunçores.

O autor acima referido menciona que, ao invés de usarmos o termo “cabeça”, poderíamos empregar estrutura cognitiva. Para ele, esta é um construto (um conceito para o qual não há um referente concreto) utilizado por diversos autores, com diferentes significados, possível de ser trabalhado em níveis distintos, em uma área específica de conhecimentos ou em um complexo mais amplo destes, como um mapa conceitual.

Tais conhecimentos podem ser de natureza conceitual, procedimental ou atitudinal. No entanto, os subsunçores de Ausubel se referem muito mais ao conhecimento declarativo (conceitual), tanto é que muitas vezes ele falava em *conceito subsunçor*, nomenclatura que, hoje, não nos parece adequada porque restringe muito o subsunçor como um conhecimento prévio especificamente relevante para uma nova aprendizagem, não necessariamente um conceito (MOREIRA,2011a p.19)

Na visão de Ausubel, segundo Moreira (2011a), o conhecimento prévio é a variável mais importante para uma aprendizagem significativa. Além disso, as condições para que esta ocorra a partir dessa variável são: 1) existência de material de aprendizagem potencialmente significativo; 2) predisposição do aprendiz para aprender.

¹⁰ David Ausubel (1918-2008) graduou-se em Psicologia e Medicina, doutorou-se em Psicologia do Desenvolvimento na Universidade de Columbia, onde foi professor no Teachers College por muitos anos. Dedicou sua vida acadêmica ao desenvolvimento de uma visão cognitiva à Psicologia Educacional (MOREIRA, 2011a, p. 14)

A primeira condição implica 1) que o material de aprendizagem (livros, aulas, aplicativos, ...) tenha significado lógico (isto é, seja relacionável de maneira não-arbitrária e não-literal a uma estrutura cognitiva apropriada e relevante) e 2) que o aprendiz tenha em sua estrutura cognitiva ideias-âncora relevantes com as quais esse material possa ser relacionado. Quer dizer, o material deve ser relacionável e determinados conhecimentos e o aprendiz deve ter esses conhecimentos prévios necessários para fazer esse relacionamento de forma não-arbitrária e não-literal (MOREIRA, 2011a, p. 25).

O autor argumenta que o material só pode ser potencialmente significativo dizendo que não existe livro significativo, nem aula significativa, nem problema significativo e sim que o significado está nas pessoas e não nos materiais. Também menciona que o aprendiz deverá ter predisposição para aprender. Com isso entendi que de nada adianta termos materiais significativos se o aluno não demonstrar interesse em aprender.

Muitas vezes, percebe-se que os alunos não dispõem de subsunçores adequados para atribuir significados novos. E, nesse sentido, Ausubel (2003) sugere a utilização de organizadores prévios. Para Moreira (2011a, p. 30), “organizador prévio é um recurso instrucional apresentado em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade em relação ao material de aprendizagem”. Organizadores prévios podem ser usados para suprir a deficiência dos subsunçores. Conforme Moreira (2011a, p. 30), um organizador prévio

Não é uma visão geral, um sumário ou um resumo que geralmente estão no mesmo nível de abstração do material a ser aprendido. Pode ser um enunciado, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma leitura introdutória, uma simulação. Pode ser também uma aula que precede um conjunto de outras aulas. As possibilidades são muitas, mas a condição é que preceda a apresentação do material de aprendizagem e que seja mais abrangente, mais geral e inclusivo do que este.

Visando a uma aprendizagem significativa da geometria plana por meio da Robótica, realizei, nesta pesquisa, um pré-teste para analisar os conhecimentos prévios dos alunos. Assim, para auxiliá-los na construção de uma aprendizagem significativa, foram efetivadas diversas atividades e, com o intuito de levá-los a criar ou modificar os subsunçores existentes na geometria plana, empregados recursos tecnológicos. Entretanto, para que isso ocorresse, foi necessária, além dos materiais educativos, a predisposição dos discentes em aprender.

A aprendizagem significativa se caracteriza basicamente pela interação entre novos conhecimentos e aqueles especificamente relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Para isso, em sala de aula, o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender e materiais educativos devem ser potencialmente significativos. Contudo, tais condições são necessárias, mas não suficientes. É preciso levar em conta que a aprendizagem não pode ser pensada isoladamente de outros lugares comuns do fenômeno educativo como o currículo, o ensino e o meio social. Mas não só esses (MOREIRA, 2011a, p. 83).

Um fator destacado como de extrema relevância por Moreira (2011a) é a predisposição do aprendiz em aprender. Segundo ele, além dos três conceitos envolvidos na aprendizagem significativa (*significado*, *interação* e *conhecimento*) o outro conceito-chave seria a predisposição em aprender. Assim, Moreira (2003) afirma que esta produz um interesse do aprendiz em aprender, sendo a predisposição muitas vezes transformada em atitudes e sentimentos que auxiliam na aprendizagem significativa de determinados conteúdos. Sendo assim, a predisposição se torna um dos fatores mais importantes para que ocorra aprendizagem significativa.

Conforme Moreira (2003, p. 2),

[...] O *significado* está nas pessoas, não nas coisas ou eventos. É para as pessoas que sinais, gestos, ícones e, sobretudo, palavras (e outros símbolos) significam algo. Está aí a linguagem, seja ela verbal ou não. Sem a linguagem o desenvolvimento e transmissão de significados compartilhados seria praticamente impossível. A *interação* referida antes é entre os novos conhecimentos e aqueles especificamente relevantes já existentes na estrutura cognitiva com um certo grau de clareza e estabilidade, mas essa interação é usualmente mediada por outra, na qual a linguagem tem papel fundamental, a interação pessoal. O *conhecimento*, bem, o conhecimento é linguagem; a chave segunda compreensão de um conhecimento, de um conteúdo, ou mesmo de uma disciplina, é conhecer sua linguagem.

Na próxima seção, descrevo o uso das tecnologias na educação, haja vista que a Robótica delas faz uso.

2.2 Tecnologias na Educação

As interações entre as pessoas, independentemente da distância entre elas, têm se tornado gradativamente mais intensas e acessíveis. Conectadas, trocam informações e ideias. Nas escolas, os alunos contam com dispositivos móveis, como *tablets* e celulares, por meio dos quais trocam informações. Nesse contexto, entendo que o uso das tecnologias na educação, como forma de aprendizagem, torna-se cada vez mais importante. Segundo Moraes, (2006, p.18), “precisamos de um paradigma que reconheça a importância das novas parcerias entre a educação e os avanços científicos e tecnológicos presentes no mundo hoje”.

Os alunos nascidos dos anos 80 em diante, não mais se satisfazem em serem apenas ouvintes; desejam assumir papel de destaque. Esse novo contexto tecnológico exige que os educadores repensem o modo de ensinar. “No processo de ensino e aprendizagem, não podemos ser cobradores de conteúdo; mas sim, “construtores” de inteligências” (HAETINGER, 2003, p. 32).

Frente às gerações de nativos digitais, um dos grandes desafios é a utilização das tecnologias de forma educativa, aproximando o aluno do conhecimento científico e auxiliando-o na construção desse conhecimento. Chaves e Setzer, (1988, p. 25) pressupõem que

[...] não há como negar que o uso do computador, hoje, faz-se acompanhar de variáveis importantes para o processo de ensino aprendizagem, geralmente inexistentes nos meios mais convencionais: o computador, por exemplo, introduz um elemento motivacional indiscutível e muito positivo, tanto para os alunos como para os professores. Nem mesmo os maiores críticos do uso do computador na educação ousam negar esse fato.

Com o intuito de cativar professores e alunos, as escolas, muitas vezes, têm se preocupado em adquirir os melhores equipamentos, esquecendo-se, porém, de usá-los adequadamente. Apenas a instalação de laboratórios modernos não é suficiente; há necessidade de mudanças no planejamento, no sistema escolar e nos objetivos, além de um novo olhar pedagógico. Concordo com Kenski, (2007, p. 102) quando ele afirma que “[...] as mais modernas tecnologias de informação e comunicação exigem uma *reestruturação ampla* dos objetivos de ensino e aprendizagem e, principalmente, do sistema escolar”.

As tecnologias não são novidades para os alunos. Ao contrário de muitos professores, eles estão sempre querendo utilizar esses recursos, haja vista estes fazerem parte do dia a dia deles. Por isso, acredito que não podemos mais ignorá-los, mas sim aproveitá-los para melhorar o fazer pedagógico. Durante a investigação, percebia que vários docentes não as utilizavam por medo de não saberem usar os *softwares*, ou mesmo os *hardwares*. E, por estarem diante de nativos digitais, sentiam-se ainda mais inseguros. Afinal, nós – educadores – somos imigrantes digitais; logo, as tecnologias entraram na nossa vida como algo novo e difícil de ser compreendido.

Cabe destacar que muitas escolas vêm oferecendo formação tecnológica aos seus docentes com o propósito de auxiliá-los no uso desses recursos. O fato é uma demonstração do desejo de mudanças por parte das instituições de educação, e os professores, embora conscientes dessa necessidade, não têm se sentido preparados. O certo é que sabemos o quanto é importante utilizar as tecnologias para criar coisas novas e não apenas repetir tarefas que não representam novidades. Já em 1967, segundo Valente (1993), Piaget (1967) dizia que o principal objetivo da educação deveria ser criar homens capazes de fazer coisas novas e não apenas repetir o que os outros já fizeram.

A Informática pode vir ao encontro desta fala de Piaget, pois através dela podemos formar homens críticos, criativos, capazes de trabalhar em grupos, e inovadores. Através dela podemos criar condições de aprendizagens, isto significa que o professor precisa ser um criador de ambientes de aprendizagens, mas para isso ele precisa estar preparado, conhecer muito bem os recursos que irá utilizar. A verdadeira função do aparato educacional não deve ser a de ensinar, mas sim a de criar condições de aprendizagem. Isto significa que o professor precisa ser o criador de ambientes de aprendizagem e o facilitador intelectual do aluno (VALENTE, 1993, p. 6).

Nas escolas, utilizar recursos tecnológicos não significa apenas ensinar ou aprender a manusear o computador, mas empregá-los para que o aluno possa, por meio deles, construir o conhecimento. Por isso, é fundamental o professor conhecê-los e adaptá-los ao seu projeto pedagógico.

Entender a tecnologia como ferramenta traz implícita a ideia de mediação do conhecimento, ou seja, existe um sujeito que deseja apreender um conhecimento, sendo o computador um auxílio para fazer a ponte entre esse sujeito e o conhecimento (ROLKOUSKI, 2011, p. 86).

Diante do novo contexto escolar, não é mais possível ignorar tais recursos, seja na Matemática ou em qualquer outra disciplina. Os alunos têm desejado aulas diversificadas, ou seja, outros meios para construir o conhecimento. Isso tem sido perceptível no comportamento, motivação e aprendizagem em ocasiões em que esses meios têm sido utilizados.

Em muitas escolas, atualmente, a frase ‘instrução ajudada por computador’ (*computer-aided-instruction*) significa fazer com que o computador ensine a crianças. Pode-se dizer que o computador está sendo usado para ‘programar’ a criança. Na minha perspectiva, é a criança que deve programar o computador e, ao fazê-lo, ela adquire um sentimento de domínio sobre um dos mais modernos e poderosos equipamentos tecnológicos e estabelece um contato íntimo com algumas das ideias mais profundas da ciência, da matemática e da arte de construir modelos intelectuais (PAPERT, 1986, p.17-18).

É importante frisar que existem muitos *softwares* disponíveis para serem utilizados na educação, mas é importante observar a citação de Papert (1986) quando ele afirma que ‘a criança deve programar o computador’. Com base nisso, acredito que ela, desde cedo, deveria utilizar softwares não apenas para aprender conteúdos, mas ter contato com a Lógica de Programação. Esta lhe possibilitaria criar e desenvolver de acordo com o seu interesse, empregar a criatividade e os conhecimentos e, a partir disso, construir os novos.

No avanço das tecnologias, a Robótica tem estado constantemente presente, tanto na educação quanto em outras áreas. Assim, apresento a Robótica na Educação como sendo mais um recurso disponível para uma educação significativa, criativa e multidisciplinar. Conforme Valente (2007, p. 2):

O principal objetivo da robótica educacional é promover ao educando o estudo de conceitos multidisciplinares, como física, matemática, geografia, artes, biologia entre outros. Há variações no modo de aplicação e interação entre os alunos, estimulando a criatividade e a inteligência e promovendo a interdisciplinaridade.

Conforme Castilho (2002), o termo robô surgiu, pela primeira vez, em 1921, numa peça de teatro que tinha como título R.U. R – *Russum's Universal Robots*, na Tchecoslováquia, escrita por Karel Capek. Em tcheco, a palavra *robota* significa trabalho e foi usado *Robot* no sentido de uma máquina substituir o trabalho humano.

Marins (2013), em sua reportagem no jornal Gazeta do Povo, afirma que a Robótica foi introduzida na educação, na década de 60, pelo cientista Seymour Papert, do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT). Ele direcionou seu trabalho ao desenvolvimento de programas capazes de fortalecer atividades intelectuais nas crianças. No Brasil, o primeiro *kit* de montagem de Robótica foi o da Lego, composto por sensores, motores e engrenagens.

Como menciona Castilho (2002), o termo Robótica se refere ao estudo e manipulação de robôs. Inicialmente, era utilizada apenas nas grandes indústrias, na medicina e em pesquisas. Nos últimos anos, ela passou a ser usada também na Educação, permitindo ao aluno desenvolver o raciocínio, a criatividade e o seu conhecimento em diferentes áreas, convivendo em grupos cujo interesse pela tecnologia e pela inteligência artificial é comum a todos. Papert (1994, p. 10), em seu livro “A Máquina das Crianças”, reitera que, na escola, a Robótica pode servir de plataforma para fazer conexões com outras áreas intelectuais, inclusive com a Biologia, a Psicologia, a Economia, a História, a Filosofia e outras.

A palavra Robótica tem despertado curiosidade nas pessoas, principalmente em crianças e adolescentes, que, em muitos momentos, têm questionado o funcionamento dos robôs, imaginando que já vêm prontos, com todas as funções que gostariam que executassem. Experiências empíricas apontam que os alunos têm se frustrado ao se depararem com as dificuldades de programação desse recurso tecnológico, fazê-lo obedecer às ordens e mostrar os resultados esperados. Por outro lado, a programação possibilita ao estudante pensar, desenvolver e colocar em ação sua criatividade. A linguagem LOGO foi usada para esses fins. Papert (1986, p. 35) evidencia que

No ambiente LOGO a relação é inversa: a criança, mesmo em idade pré-escolar, está no controle – a criança programa o computador. E ao ensinar o computador a “pensar”, a criança embarca numa exploração sobre a maneira como ela própria pensa. Pensar sobre modos de pensar faz a criança tornar-se um epistemólogo, uma experiência que poucos adultos tiveram.

A Robótica utilizada nas escolas é chamada de Robótica Pedagógica ou Robótica Educacional, pois é utilizada como meio para a construção do conhecimento em diversas áreas onde o aluno programa o robô conforme a sua necessidade, vontade, conhecimentos e expectativa de resultados.

Também conhecida como Robótica Pedagógica, é caracterizada por ambientes de aprendizagem onde o aluno pode montar e programar um robô ou sistema robotizado. Vai desde a simulação na tela do computador, como por exemplo, a implementação de um relógio digital ou contador que aparece na tela do computador e possui apenas sensores externos até meios físicos externos ao computador. Um robô inteligente com capacidade de decisão numa competição pode ser um projeto bastante estimulante ao aprendiz e é viável numa escola (CASTILHO, 2002, texto digital).

Conforme D'Abreu (2007, p. 177), “no âmbito educacional, o currículo escolar, de um modo geral, ainda é pobre em atividades que enfatizam o fazer como meio de aprender. Atividades que requerem que os alunos construam artefatos e reflitam sobre o produto obtido são pouco exploradas como meio de aprendizagem”. Para explorar melhor o fazer como meio de aprender, pode ser utilizada a robótica, a qual permite que o aluno construa, crie, programe, erre e acerte quantas vezes forem necessárias. Para isso, o LEGO-Logo foi muito utilizado, como menciona D'Abreu (2007, p. 183):

Desenvolver atividades no ambiente LEGO-Logo é uma forma inteligente de se combinar montagem de dispositivos mecânicos com elaboração de programas no computador. No âmbito educacional, LEGO-Logo permite criar um ambiente de ensino-aprendizagem diferente, onde os alunos demonstram ser mais criativos, mais inventivos e mais responsáveis pela sua aprendizagem. Os estudantes podem construir o seu conhecimento e expressar o seu estilo, ou seja, a sua maneira de produzir conhecimento. Os professores também demonstram ser mais participativos neste processo, criando desafios e estimulando os alunos a explorar novas ideias.

Percebe-se cada vez mais o quanto a programação é importante para o desenvolvimento cognitivo, não importando a linguagem de programação utilizada, tampouco os recursos para a construção dos protótipos, robôs. O relevante é tentar resolver o problema, encontrar soluções.

A programação, potencialmente, permite ao aprendiz colocar em ação seus conhecimentos, buscar novas estratégias e/ou conhecimentos para resolver um problema novo e analisar, de forma significativa, conceitos, noções e estratégias e /ou conhecimentos para resolver um problema novo e analisar, de forma significativa, conceitos, noções e estratégias que lhe permitiram atingir uma solução satisfatória, levando-o ao entendimento de um certo conteúdo. Evidentemente, nesta interação, o papel do professor é de extrema importância. Cabe a ele, a partir de observações criteriosas, ajustar suas intervenções pedagógicas ao processo de aprendizagem dos diferentes alunos, de modo que lhes possibilite um ganho significativo do ponto de vista educacional, afetivo e sociocultural (FREIRE e VALENTE, 2001, p. 56).

Sabe-se que, por meio dessa programação, o aluno desenvolverá habilidades, principalmente o raciocínio lógico, como apontam Valente *et al* (2007, p. 29):

Seymour Papert encoraja a introdução de tecnologia o mais cedo possível na vida de crianças, notando que promove familiaridade com os vários novos meios de comunicação. Também recomenda o uso das mais novas tecnologias no ensino fundamental por meios até agora considerados complexos demais para as crianças, como, por exemplo, a programação de computadores.

Logo, a robótica pode ser uma aliada no desenvolvimento do raciocínio lógico, pois necessita de programação e cálculos, favorecendo a cooperação e a colaboração. Com o seu uso, os trabalhos interdisciplinares acontecem de forma prática e criativa, envolvendo conteúdos das diversas áreas do conhecimento. Nas Ciências Exatas, ela se torna importante, já que o aluno precisa utilizar fórmulas, conhecimentos de Física e de Mecânica para conseguir desenvolver seus robôs. Esse fato é apontado por Marins (2013, texto digital) em sua reportagem para o jornal Gazeta do Povo:

O objetivo final não é construir um robô perfeito, mas superar as fases envolvidas no projeto. Para concluir uma máquina que ande em linha reta, por exemplo, o aluno precisa utilizar fórmulas matemáticas, conceitos da física, geometria, mecânica, raciocínio lógico e até noções de planejamento.

Os conhecimentos das diferentes áreas se tornam adequados para a troca de ideias entre os envolvidos na construção dos projetos, fato que também é observado durante as aulas de Robótica, onde a busca por soluções faz com que o trabalho em equipe se fortaleça e enriqueça ainda mais os projetos. Neste contexto, é importante unir forças, agir em unidade, trocar informações, ideias, cooperar e colaborar um com o outro para a obtenção de melhores resultados. Na Robótica, o trabalho em equipe é fundamental, pois estimula a troca de ideias e informações durante as aulas.

A implementação de um robô implica no conhecimento de diferentes disciplinas e, na maioria das vezes, um único indivíduo não domina todo este conhecimento. Faz-se necessário associar-se a outros indivíduos e, juntos, desvendarem segredos, enfrentarem desafios que, sozinhos talvez não conseguissem superar. É imperativo que o trabalho em grupo se faça de forma coesa, unindo forças e conhecimentos. Às vezes, um simples detalhe projetado por um do grupo é o que falta para que o trabalho se efetive de maneira vitoriosa. Em outras é a busca de peças e materiais que une o grupo a fim de finalizar determinado projeto. Mas, na maioria das vezes, é a simples conversação, ou seja, a troca de ideias, que possibilita projetos interessantes. E assim, o indivíduo vai crescendo no sentido que sozinho faz muita coisa, mas se unido a outros, pode realizar coisas fantásticas (CASTILHO, 2002, texto digital).

Além de propiciar ao educando o conhecimento da tecnologia atual, Zilli apud Zilli (2004, p. 40) apresenta as seguintes competências que essa ferramenta pode desenvolver: raciocínio lógico, habilidades manuais e estéticas, relações interpessoais e intrapessoais,

utilização de conceitos aprendidos 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 e a capacidade crítica.

Esta forma de aprender aumenta a autoestima dos alunos, o empoderamento destes quando percebem que conseguem construir e operar dispositivos robóticos cientificamente interessantes e quando percebem que deixam de ser meros usuários do computador e passam a atuar de maneira similar a especialista ao programar os robôs para executar tarefas propostas por eles e ao mesmo tempo disponibilizar os seus intentos para que outros tenham acesso. Isso muda a forma como lidar com o conhecimento (D'ABREU *et al.*, 2012, p. 4).

Godoy apud Zilli (2004, p. 40-41) divide os objetivos da Robótica na educação em gerais, psicomotores e cognitivos. Como gerais, são apontados: construir maquetes que usem lâmpadas, motores e sensores; trabalhar conceitos de desenho, física, álgebra e geometria; conhecer e aplicar princípios de eletrônica digital; construir ou adaptar elementos dinâmicos, como engrenagens, redutores de velocidade de motores, entre outros. Já como psicomotores, o nomeado autor cita: desenvolver a motricidade fina; proporcionar a formação de habilidades manuais; desenvolver a concentração e a observação; motivar a precisão de seus projetos.

Como objetivos cognitivos, Godoy apud Zilli (2004, p. 40-41) cita: estimular a aplicação das teorias formuladas às atividades concretas; desenvolver a criatividade dos alunos; analisar e entender o funcionamento dos mais diversos mecanismos físicos; ser capaz de organizar suas ideias a partir de uma lógica mais sofisticada de pensamento; selecionar elementos que melhor se ajustem à resolução dos projetos; reforçar conceitos de Matemática e geometria; desenvolver noções de proporcionalidade; desenvolver noções topológicas; reforçar a aprendizagem da linguagem Logo; introduzir conceitos de Robótica; levar à descoberta de conceitos da Física de forma intuitiva; utilizar conceitos aprendidos em outras áreas do conhecimento para o desenvolvimento de um projeto.

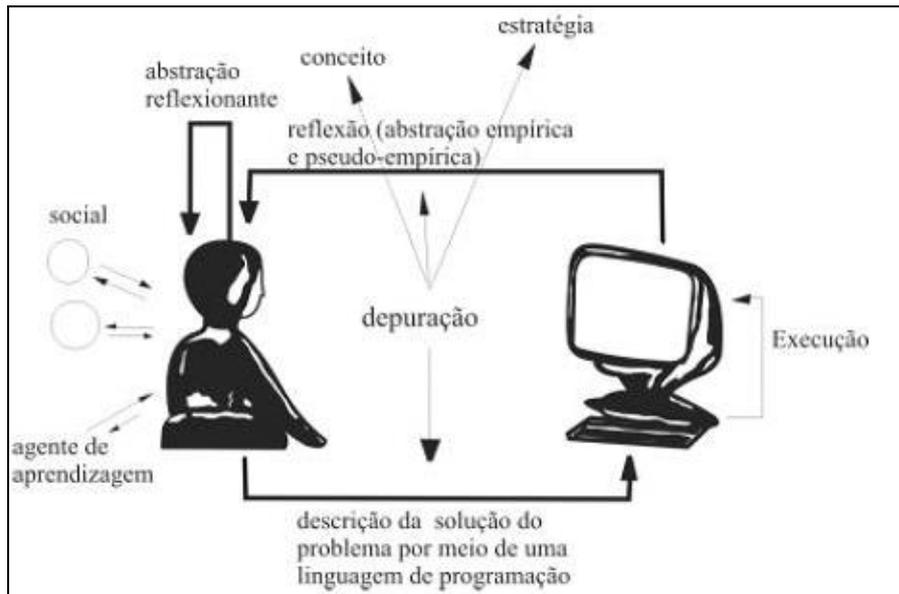
Para utilizar a Robótica, é preciso alguma linguagem de programação, pois o protótipo Robótico só funciona a partir do momento em que for programado, sendo conveniente ressaltar que a programação passa por vários estágios ou ciclos, conforme Rolkouski (2011, p. 33):

O ciclo se inicia quando o aprendiz deseja implementar uma ideia no computador, seja na forma de desenho, de uma fórmula que seja capaz de resolver uma equação ou executar um procedimento. O aprendiz descreve esses procedimentos ao

computador, que realiza a execução da sequência de comandos e apresenta a descrição em forma de um desenho, um gráfico ou o resultado de uma operação. O aprendiz reflete sobre esse resultado, depurando o que observa, e, caso não corresponda com o que planejava, volta a descrever suas ideias.

Na Figura 1, apresento o ciclo descrição-execução-reflexão-depuração, descrito por Rolkouski (2011) e proposto por Valente em 1993.

Figura 1- Ciclo descrição-execução-reflexão-depuração



Fonte: Rolkouski (2011), p. 33 – adaptado de Valente (1993), p. 24-44

Para trabalhar com a Robótica, é preciso pensar no *software* e no *hardware* que será utilizado para o seu funcionamento. Como os *hardwares*, existem no mercado diversos tipos de materiais que poderiam ser empregados na construção de protótipos Robóticos. Porém, a maioria deles tem sido bastante cara, dificultando a sua aquisição pelas escolas. Por isso, sugiro o Arduino para a utilização da Robótica em práticas pedagógicas. Na construção dos protótipos, poderão ser utilizados materiais de baixo custo, como ‘sucatas’, também chamados de materiais alternativos. Informações sobre a placa Arduino estão presentes na subseção 2.3.3.

Como materiais alternativos para construção dos dispositivos robóticos podem ser utilizados madeiras, plásticos, alumínio, papelão dentro outros que muitas vezes são descartados ou que podemos conseguir por um baixo custo. A utilização da Robótica Pedagógica de Baixo Custo (RPBC) facilita a inserção em escolas dos diferentes níveis sociais, pois se torna um recurso atrativo e de baixo custo (D’ABREU *et al.*, 2012, p. 2).

Na próxima seção, exponho as ferramentas computacionais utilizadas nesta pesquisa: *Scratch*, *S4A* e Arduíno.

2.3 Ferramentas Computacionais Utilizadas durante a pesquisa

Nesta seção, descrevo as ferramentas que foram utilizadas para desenvolver a proposta. Primeiramente, apresento o *software Scratch*, que é a principal linguagem de programação utilizada. Em seguida, destaco o *S4A (Scratch for Arduíno)*, linguagem de programação para Arduíno; e o Arduíno, como placa que foi empregada para desenvolver os protótipos robóticos.

2.3.1 Software Scratch

Scratch é um *software* criado pelo grupo¹¹ *Lifelong Kindergarten*, no *Media Lab* do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*). É oferecido gratuitamente e seu *download* pode ser feito pelo site <http://Scratch.mit.edu>. Outra possibilidade é a sua utilização online, em que o usuário desenvolve seus projetos sem baixar o *software* (Grupo *Lifelong Kindergarten*, 2007, texto digital).

Ainda segundo o Grupo *Lifelong Kindergarten* (2007, texto digital), o *Scratch* é usado por pessoas de todas as idades, embora seja projetado especialmente para as que se encontram entre oito e dezesseis anos. Milhões delas têm criado projetos com o *Scratch* em uma grande variedade de configurações, incluindo casas, escolas, museus, bibliotecas e centros comunitários.

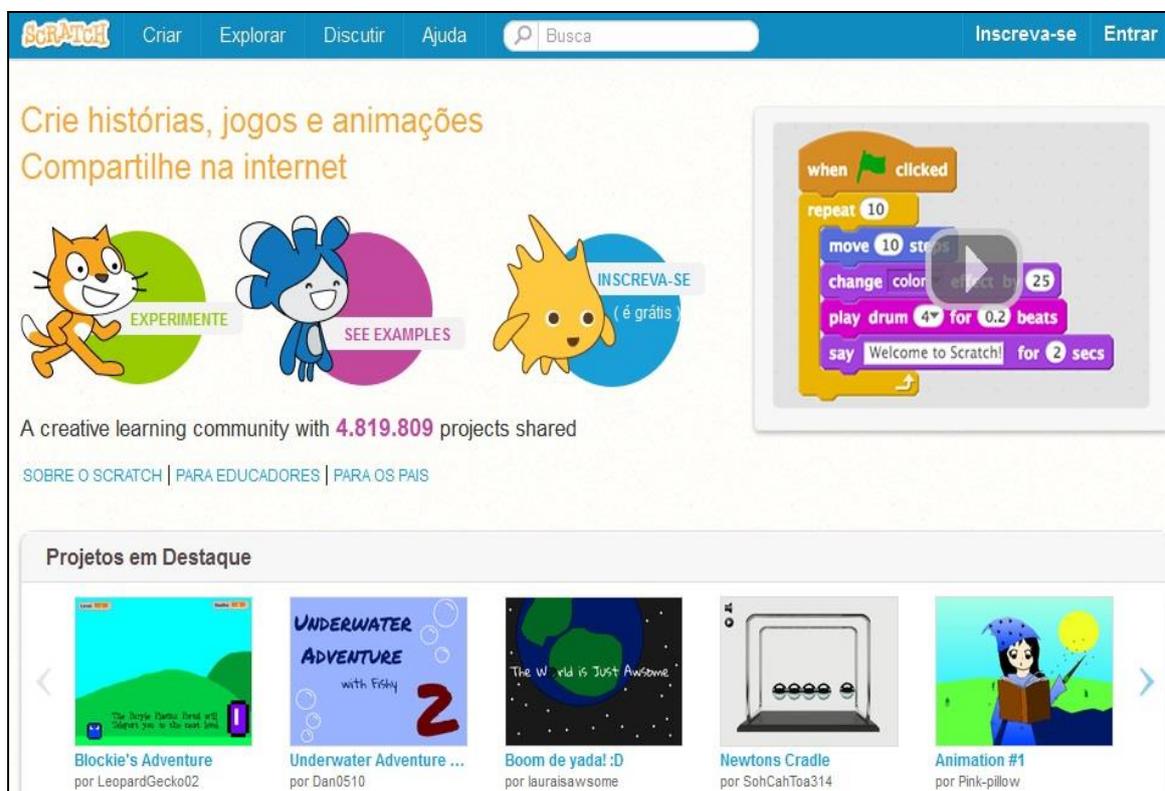
A ideia do *Scratch* é proporcionar ao aluno, através de um ambiente de programação visual, multimídia e interativo, a construção do seu próprio aprendizado, que ocorre através do ciclo: imaginar, criar, praticar, compartilhar, refletir (RESNICK, 2007, apud BASTOS, BORGES, D'ABREU, 2010, texto digital).

A utilização do *Scratch* possibilita ao aluno criar suas próprias animações, jogos, histórias e programas, inclusive arte e música. Seus projetos também podem ser compartilhados com outros usuários do *Scratch* (SCRATCH, 2014, texto digital).

¹¹ Lifelong Kindergarten é o grupo responsável pela criação do *Scratch*.

Na Figura 2, apresento a página de abertura do *site* oficial do Scratch¹²

Figura 2 – Página de abertura do *Site* do Scratch



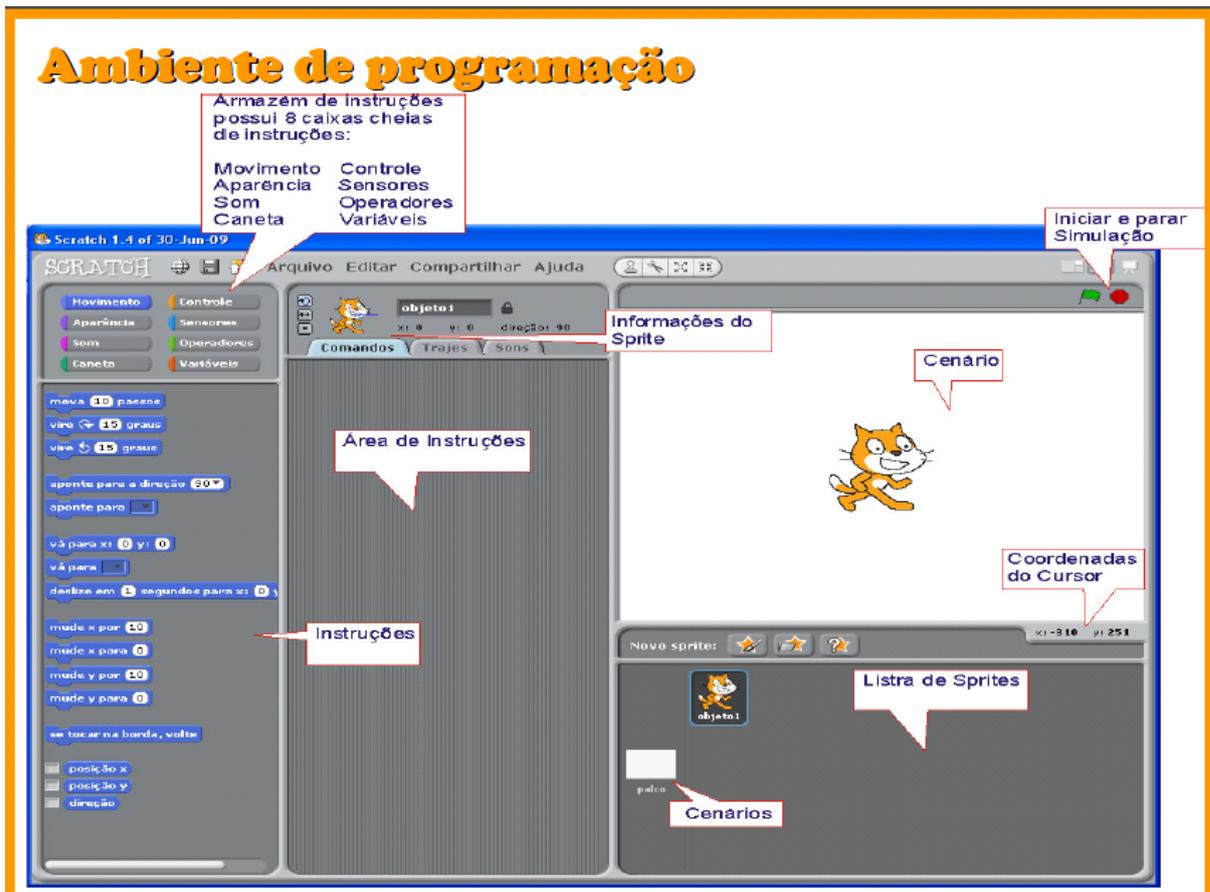
Fonte: <http://scratch.mit.edu/>

Conforme informações do *site* oficial do Scratch (2014), o *software* é usado em mais de 150 países e disponível em mais de 40 idiomas. Pode ser utilizado em todos os níveis de ensino (desde a escola primária à universidade) e disciplinas (como Matemática, Física, Ciência da Computação, Artes da Linguagem, Estudos Sociais, etc).

Na Figura 3, exibo a tela principal do Scratch, a qual está dividida em três áreas: instruções ou comandos, localizados à esquerda; a área de programação, no centro; à direita, a tela de visualização. Dentro delas, existem diversas subdivisões, sendo que algumas aparecem na Figura 3.

¹² *Site* oficial do Scratch disponível em: <<http://Scratch.mit.edu/>>

Figura 3 – Tela principal do *Scratch*



Fonte: Curso do *Scratch* - <http://www.univates.br/olinfu>

Na Figura 4, exponho os oito armazéns de instruções disponíveis no *Scratch*, a saber: movimento, aparência, som, caneta, controle, sensores, operadores e variáveis. Cada um deles possui um conjunto de comandos - instruções - em forma de blocos.

Figura 4 – Armazém de instruções do *Scratch*

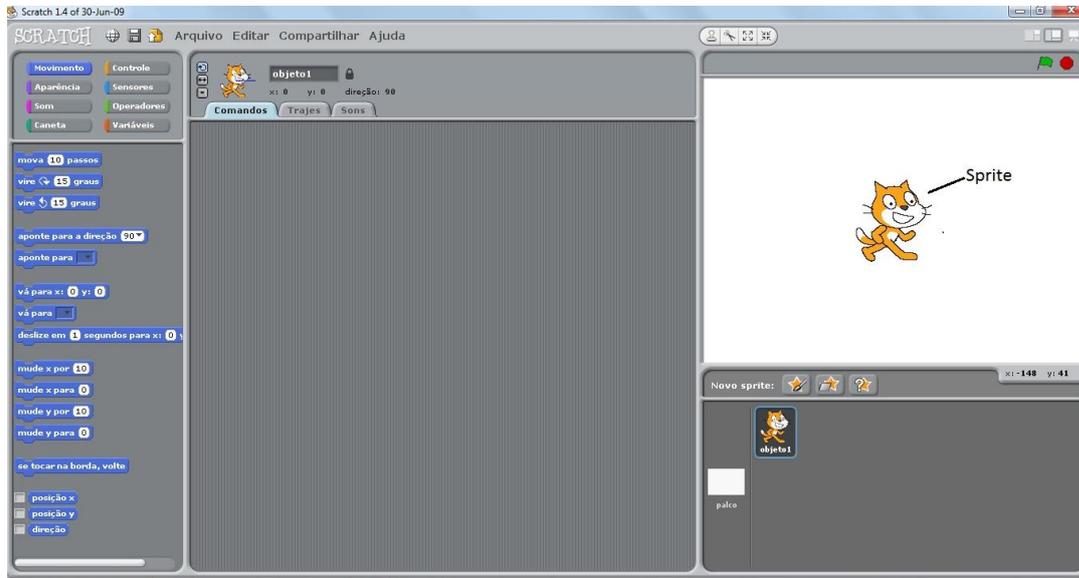


Fonte: autor da pesquisa, desenvolvido a partir da tela principal do *Scratch*, 2014

Tudo no *Scratch* gira em torno do *sprite*, ou seja, as programações são feitas para executar funções a partir dele. A qualquer momento, sua aparência pode ser alterada – trajes, cores, posições, estilos. Numa mesma tela, é possível trabalhar com mais de um *Sprite* - cada um possui uma programação diferente, ou seja, com funções diversas para executar.

Na Figura 5, segue a tela do *Scratch* com o *sprite* padrão, possível de ser substituído por qualquer outra imagem. Existe no *Scratch* um banco de *sprites*, que são várias pastas com imagens que podem ser utilizadas.

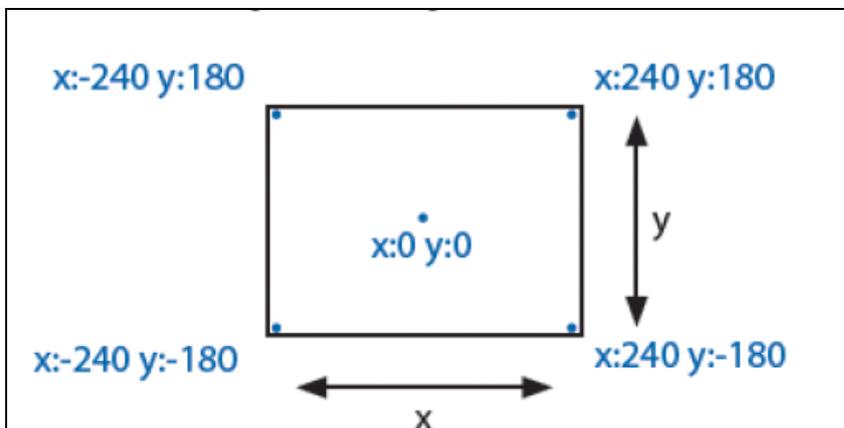
Figura 5 - Tela do *Scratch* com *sprite* padrão



Fonte: autor da pesquisa, desenvolvido a partir da tela principal do *Scratch*, 2015

As funções atribuídas ao *sprite* são executadas no palco, o qual, por sua vez, é um espaço retangular com dimensões pré-definidas, conforme Figura 6. É nele que os *sprites* se movem, criando desenhos, histórias, jogos e animações. Conforme Kids (2014), o palco tem 480 unidades de largura e 360 unidades de altura e está dividido numa grelha x-y. No centro, encontram-se as coordenadas $X=0$ e $Y=0$.

Figura 6 - Palco do *Software Scratch*



Fonte: Curso do *Scratch* - <http://www.univates.br/olinfu>

Toda a programação no *Scratch* é feita a partir de blocos de encaixe, sendo estas ferramentas já pré-programadas. No (Apêndice A), destaco algumas ferramentas que são utilizadas no *Scratch*. Na próxima subseção, apresento o *S4A – Scratch* para Arduino, sendo esta uma adaptação do *Scratch* para utilização com placa Arduino.

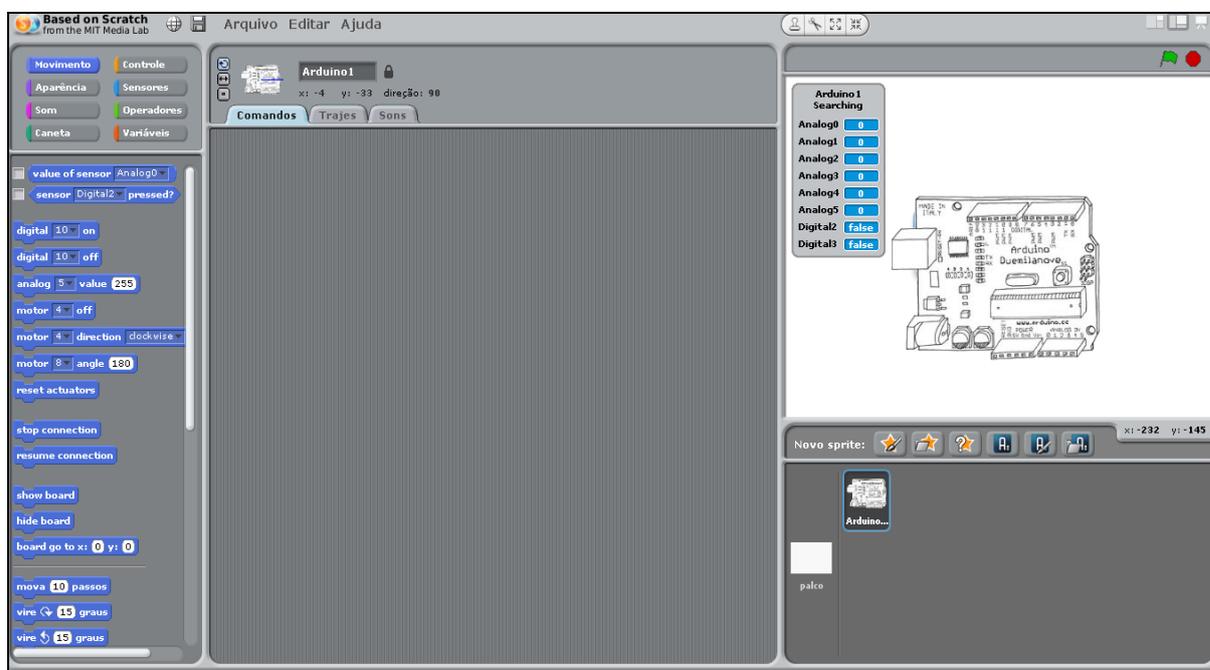
2.3.2 *Scratch* para Arduino – *S4A*

S4A é uma modificação do *Scratch* que permite programação simples da plataforma de *hardware* aberto Arduino. Ela provê novos blocos para gerenciar sensores e atuadores conectados ao Arduino. Ele foi desenvolvido em 2010 pela Equipe de *Smalltalk*¹³ do Citilab e tem sido utilizado desde então por muitas pessoas em diversos projetos diferentes ao redor do mundo (CITILAB, 2014, texto digital).

Por ser uma plataforma livre e de fácil compreensão, ela pode ser utilizada facilmente com estudantes da Educação Básica, em particular, no Ensino Fundamental.

Segundo informações contidas no *site S4A*, o foco principal é atrair mais pessoas para o mundo da programação, cujo principal objetivo é fornecer uma interface de alto nível para programadores de Arduino. Na Figura 7, apresento a tela principal do *S4A*.

Figura 7 – Tela principal do *S4A*

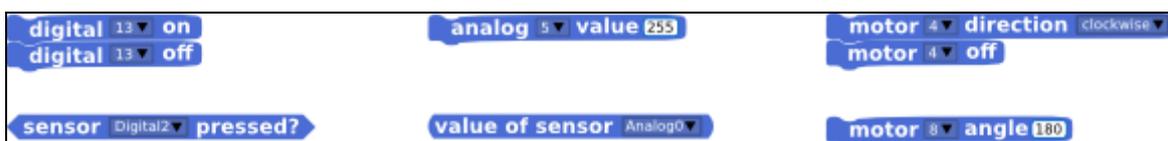


Fonte: autor da pesquisa, desenvolvido a partir da tela principal do *S4A*, 2015

¹³ **Smalltalk**, é uma linguagem de programação Orientada a Objetos criada na década de 70 pelo Centro de Pesquisa de Palo Alto da Xerox (lugar onde, entre outras coisas, nasceram a Ethernet e a GUI) (PYTHON BRASIL, 2008, texto digital).

No *S4A*, encontram-se blocos para as funcionalidades básicas do microcontrolador Arduino. Abaixo, seguem alguns blocos que podem ser utilizados para programá-lo e controlá-lo e por meio dos quais são controlados os sensores, servomotores, entradas e saídas analógicas e digitais. Na Figura 8, exibo alguns blocos de comandos do *S4A*.

Figura 8 - Blocos de comandos do *S4A*



Fonte: *S4A*. Disponível em: < http://S4A.cat/index_pt.html >

Em *S4A*, uma placa Arduino é representada por um tipo especial de figura - o *Sprite*¹⁴ a ser programado. Por meio das informações encontradas no *site* (*S4A*), a figura do Arduino encontrará automaticamente a porta *USB* (*Universal Serial Bus*) onde a placa está conectada. É possível conectar múltiplas placas ao mesmo tempo apenas adicionando uma nova figura do Arduino.

Na próxima subseção, retrato o Arduino, que é a placa utilizada na construção do protótipo robótico programado com o software *S4A*.

2.3.3 Arduino

Neste novo século, em que quase tudo está sendo automatizado, a entrada dos robôs tem sido cada vez mais rápida, substituindo várias atividades humanas. O mesmo vem ocorrendo na educação, já que a Robótica pode ser um aliado e fator motivador. Isso possibilita que conteúdos considerados chatos e difíceis passem a encantar os alunos ou, pelo menos, aumentar-lhes o interesse e dar-lhes a oportunidade de construir o conhecimento de forma lúdica.

Algumas escolas já vêm utilizando a Robótica em suas práticas pedagógicas, criando, dessa forma, projetos interdisciplinares. Para isso, a maioria utiliza os recursos da LEGO, como o *Mindstorms*. Nesta pesquisa, inicialmente, havia pensado em utilizá-lo. Porém, como se trata de um recurso de alto custo e a escola onde foi realizada a intervenção prática só possuía um deles, optei por uma alternativa mais barata, mas que permitiu o desenvolvimento

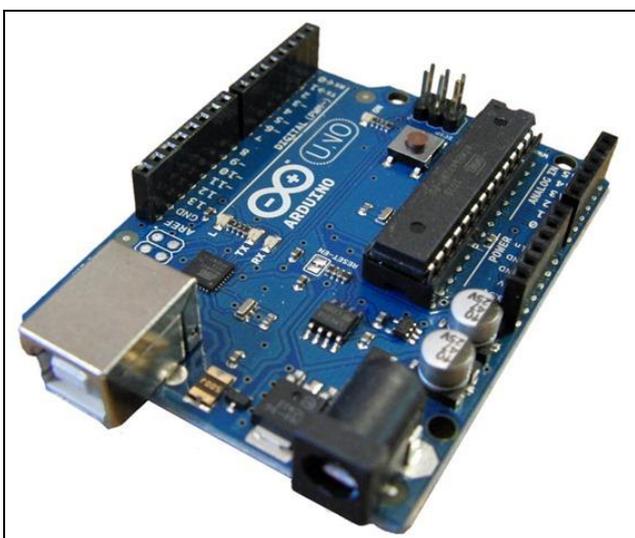
¹⁴ Sprite - Objeto gráfico a ser programado no *Scratch* (KIDS, 2014). Disponível em: <http://kids.sapo.pt/Scratch/ajuda/guia_referencia>.

o mesmo trabalho, atingindo, assim, os objetivos propostos. Assim, surgiu a ideia de utilizar o Arduíno, uma alternativa de baixo custo.

O Arduino é uma placa de prototipagem eletrônica, desenvolvida na Itália, de código aberto, baseada em *software* e *hardware*. Muito usada por artistas, designers, entre outros, uma vez que permite criar objetos e ambientes interativos, recorrendo aos mais diversos sensores. Através desta simples placa é possível integrar facilmente outros sensores como, por exemplo, acelerômetros, LDR (*Light Dependent Resistor*), ultra-sons, sensores de pressão, entre outro e assim obter os valores provenientes dos mesmos. É possível controlar luzes, motores, entre outros objetos (PINTO, 2013, texto digital).

Na Figura 9, mostro a imagem do Arduíno UNO, cuja utilização permitiu o uso de motores necessários para a execução desta pesquisa.

Figura 9 - Placa Arduíno UNO



Fonte: ARDUÍNO. Disponível em: <<http://www.arduino.cc/>>

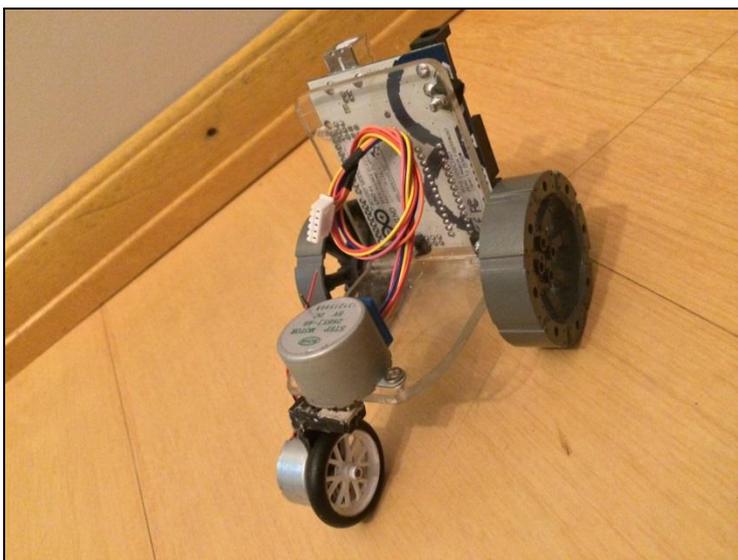
O Arduíno faz parte de um projeto de Robótica Livre, com início na Itália, mas já utilizado no mundo inteiro. Conforme informações do *site* Robolivre,

O projeto iniciou-se na cidade de Ivrea, Itália, em 2005, com o intuito de interagir em projetos escolares de forma a ter um orçamento menor que outros sistemas e prototipagem disponíveis naquela época. Por ser uma plataforma aberta, várias versões surgiram e qualquer pessoa pode facilmente construir a sua, com base nos protótipos disponíveis na internet. Arduíno é uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre, projetada com um microcontrolador ATMELE AVR com uma linguagem de programação padrão, na qual tem origem em Wiring, e é essencialmente C/C++. O objetivo do projeto é criar ferramentas que são acessíveis, com baixo custo, flexíveis e fáceis de se usar por artistas e amadores. Principalmente para aqueles que não teriam alcance aos controladores mais sofisticados e de ferramentas mais complicadas (ROBOLIVRE, texto digital).

Para a intervenção pedagógica desta pesquisa, foi criado o RoboMat, Figura 10. Este é um protótipo robótico construído pelos alunos do colégio onde foi realizada a intervenção

pedagógica, em parceria com estudantes da Engenharia Mecânica e Engenharia de Controle e Automação da Univates. Neste protótipo, foram utilizadas a placa Arduino, rodas, engrenagens, motores e materiais alternativos. A programação ocorreu por meio do *Scratch* para Arduino (S4A).

Figura 10 - RoboMat



Fonte: autor da pesquisa, 2015

Na próxima seção, apresento alguns apontamentos em relação à geometria, conteúdo trabalhado durante a intervenção pedagógica com o uso do RoboMat.

2.4 O estudo de geometria plana

Conhecimentos empíricos apontam que a geometria plana está nos planos de ensino nas escolas desde a Educação Infantil. De acordo com os PCNs¹⁵, ela contribui para a aprendizagem de números e medidas:

A Geometria é um campo fértil para se trabalhar com situações-problema e é um tema pelo qual os alunos costumam se interessar naturalmente. O trabalho com noções geométricas contribui para a aprendizagem de números e medidas, pois estimula a criança a observar, perceber semelhanças e diferenças, identificar regularidades e vice-versa (BRASIL, 1997, p. 35).

A geometria tem feito parte do currículo desde a Educação Infantil nas escolas e no dia a dia das pessoas; entretanto, já era utilizada pelos povos antigos. Segundo Gondim (1972), ‘*geos*’ significa terra e ‘*metron*’, medida, dando origem à palavra geometria. Nos idos tempos, essa parte da Matemática era muito usada pelos egípcios, chineses, babilônios,

¹⁵ PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

romanos e gregos, para topografia, navegação, astronomia e outras aplicações que envolviam medidas. Para esse autor, toda a superfície tem largura e comprimento, mas não espessura.

Uma superfície plana ou plano é uma superfície tal que uma linha reta que liga dois quaisquer de seus pontos está inteiramente contida nesta superfície. Um plano é uma superfície chata, e pode ser representado pela superfície de um espelho ou pelo tampo de uma mesa (GONDIM, 1972, p.2).

Assim, nas escolas, ou mesmo no nosso cotidiano, encontram-se muitas superfícies planas e, em vários momentos, é preciso calcular suas medidas. Para isso, é necessário que o estudante conheça alguns conceitos de geometria. Para Gondim (1972, p. 2), “*Geometria Plana* é a divisão da geometria que estuda as figuras planas, ou seja, as que podem ser desenhadas numa superfície plana. A menos que se indique expressamente o contrário [...]”.

O estudo da geometria pode auxiliar muito o indivíduo. Santos apud Kluppel e Brandt (2012, p. 3) mencionam que ela contribui para que o indivíduo possa “intuir, conjecturar, descobrir, projetar, representar quando lida com as formas e o espaço, aprimora a percepção espacial, favorece a compreensão e produção de desenhos, esquemas, mapas, gráficos, etc”. Conforme Kluppel e Brandt (2012, p. 3):

A Geometria é um campo de conhecimento reconhecido e de inquestionável importância para a formação dos alunos, pois, contribui para o desenvolvimento de um raciocínio geométrico e de habilidades, em especial, a capacidade de discriminação de formas e a manipulação.

Para esses autores, houve um abandono da geometria no programa educacional por um determinado período. No entanto, por ser um conteúdo de fundamental importância para a formação dos alunos, diversas experiências passaram a ser divulgadas na década de 70, cujo objetivo comum era resgatar o ensino de geometria.

A necessidade da volta da Geometria no ensino da Matemática é compartilhada entre os educadores matemáticos; no entanto, não existe um consenso quanto a propostas eficientes voltadas para o seu ensino, tanto nas salas de aula do ensino regular quanto nos cursos de formação inicial e continuada de professores que a ensinarão (em curso de Licenciatura em Matemática e em Cursos de Licenciatura em Pedagogia) (KLUPPEL e BRANDT, 2012, p. 3).

Durante o desenvolvimento dos conceitos principais de geometria, os professores, frequentemente, demonstravam sua preocupação por não saberem quais recursos utilizar para trabalhar a geometria plana de forma significativa e evitar a adoção do quadro como única opção. “Que material didático utilizar?”, “Por que utilizar determinado material?” “Como utilizar?” são questionamentos, segundo Lorenzato (2006), com quais os docentes têm se deparado ao prepararem suas aulas. Neste contexto, é importante lembrar que todos os meios

utilizados deveriam proporcionar uma aprendizagem significativa. O autor apresenta o exemplo da representação de um triângulo feita com cartolina ou madeira:

[...] com ele, o professor pode mostrar aos alunos, justapondo os três “vértices”, que a soma “soma dos três ângulos dá 180 graus”. Note que essa atitude do professor, que se resume em apenas apresentar um resultado aos alunos, é um mero reforço à memorização do enunciado matemático que pode ser encontrado nos livros didáticos. No entanto, as consequências do uso do material podem ser mais abrangentes e positivas, se cada aluno desenhar um triângulo qualquer (equilátero, isósceles, escaleno ou retângulo, grande ou pequeno, e em diferentes posições), recortar e dobrar sua figura e mostrar aos colegas suas observações, descobertas ou conclusões (LORENZATO, 2006, p. 24).

De acordo com o nomeado autor, o modo de explicar depende de cada professor, da relação com a concepção que este possui a respeito da Matemática e da arte de ensinar. Segundo o pesquisador, uma parte significativa dos docentes têm partido de definições, regras, exercícios, avaliações, utilizando apenas quadro-negro. Geralmente, isso acontece porque muitos desses profissionais aprenderam a Matemática dessa forma, levando-os a seguir o mesmo modelo.

Para o aluno, mais importante que conhecer essas verdades matemáticas, é obter a alegria da descoberta, a percepção da sua competência, a melhoria da autoimagem, a certeza de que vale a pena procurar soluções e fazer constatações, a satisfação do sucesso, e compreender que a matemática, longe de ser um bicho-papão, é um campo de saber onde ele, aluno, pode navegar (LORENZATO, 2006, p. 25).

Seguindo as ideias de Papert (1985), é possível afirmar que a criança aprende uma série de coisas sem ter sido ensinada, tais como: falar, geometria intuitiva necessária para se deslocar no espaço e lógica e retórica para conviver com os pais. Porém, existem aprendizagens que não ocorrem de forma natural, necessitando de uma instrução formal e de materiais.

Em vista disso, para ensinar geometria, Papert (1986) utilizou o LOGO. Por meio dessa ferramenta, os alunos programavam o computador para realizar as atividades, onde a criança projetava a tartaruga. Neste contexto, a criança era vista como ‘construtor’, em que o material para a sua obra eram os conhecimentos prévios de matemática, geometria programação, etc. Nesse caso, a ‘tartaruga’ era um animal cibernético controlado pelo computador através da linguagem LOGO.

Segundo a filosofia Logo, o aprendizado acontece através do processo de a criança inteligente “ensinar” o computador burro, ao invés de o computador inteligente ensinar a criança burra. Com esta proposta, Papert inverte o atual quadro de uso do computador na escola. O computador deixa de ser o meio de transferir informação, e passa a ser a ferramenta com a qual a criança pode formalizar os seus conhecimentos intuitivos. O programa (a sequência de ações ao computador) que a criança elabora é

o espelho que reflete o seu conhecimento sobre um determinado assunto e o seu estilo de pensamento. Este programa, quando usado como objeto de reflexão, se torna uma poderosa fonte de aprendizagem (PAPERT apud VALENTE, 1986, p. 9).

Pesquisas realizadas sobre a geometria plana apontam os problemas de compreensão desse conteúdo enfrentados pelos estudantes. Santos (2011), em sua pesquisa, atesta que, nos sete anos de atuação no Ensino Fundamental, percebeu as dificuldades dos discentes em relação à geometria.

O autor coloca que alguns pesquisadores brasileiros têm se dedicado ao estudo das dificuldades de alunos e professores em entender os conteúdos geométricos, especificamente os conceitos de perímetro e área. Chiummo (1998), Facco (2003), Andrade (2007) e Baldini (2004) são alguns dos estudiosos que, segundo Santos (2011), têm investigado o problema.

Santos realizou sua pesquisa com oitenta e cinco estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública de São Paulo, observando os erros que estes cometiam na resolução de problemas de perímetro e área de figuras planas, e como os professores de Matemática os analisavam. Ao final do estudo, considerou que ainda existia uma fragilidade no ensino e na aprendizagem da geometria, principalmente no que dizia respeito a cálculos e áreas e perímetros de figuras planas. O autor afirmou que “É perceptível que o ensino pautado na transmissão-recepção passiva de informações não é significativo aos alunos e de nada contribui para a formação dos conceitos” (SANTOS, 2011, p. 107).

Ainda, para Santos (2011, p. 107),

O professor de Matemática deve compreender que é um mediador do processo de construção do conhecimento matemático e, para isso, sua prática, deve oportunizar aos estudantes exercitarem a capacidade de buscar soluções para os problemas, haja visto que o ritual de apresentação do conceito, das propriedades, da fórmula, do algoritmo e da série de exercícios de aplicação com modelos repetitivos, não está sendo eficaz, como constatado nesta pesquisa.

Com o pensamento voltado aos alunos e às dificuldades ainda presentes no ensino da geometria e, além disso, acreditar que o professor deveria atuar como mediador nos processos de ensino e aprendizagem utilizando recursos que estivessem de acordo com o cotidiano do discente, optei por utilizar a Robótica como um recurso didático para estudar a geometria plana. Para Rocha *et al* (2007),

Alguns professores, ao ensinar perímetro definem-o apenas como "soma da medida dos lados". Com esta definição, o que poderíamos dizer sobre o perímetro de uma circunferência ou de uma curva qualquer? Retificando podemos afirmar que perímetro é a medida do contorno de uma determinada figura. Devemos utilizar

diferentes estratégias e aplicá-las em circunstâncias variadas para fazer com que os alunos compreendam de fato essa definição.

Os estudantes representaram, por meio da lógica de programação, juntamente com os protótipos robóticos, diferentes figuras geométricas planas e calcularam a área e o perímetro, construindo, assim, o conhecimento de geometria plana. Ainda na perspectiva de Rocha et al (2007),

Muitos livros didáticos do ensino fundamental ainda trazem um número reduzido de atividades relacionadas ao estudo do conceito de área de figuras planas, somente introduzindo fórmulas para o cálculo de área, não favorecendo aos professores e alunos para apropriação dos conceitos e das habilidades geométricas para o aprendizado desses conteúdos.

Percebe-se a carência de materiais alternativos para o estudo de conceitos de geometria e a importância explorar conceitos de área e perímetro saindo das tradicionais fórmulas. Assim, no próximo capítulo, narro os procedimentos metodológicos e a descrição detalhada da intervenção pedagógica efetivada, levando em consideração em tais aspectos.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo trata da caracterização da pesquisa, seu delineamento e organização metodológica. Ademais, cito o local em que ela foi desenvolvida, as atividades realizadas, os *softwares* e materiais utilizados durante a intervenção pedagógica.

3.1 Caracterização da pesquisa

Esta pesquisa é de natureza quantitativa e qualitativa, ou seja, é quanti-quali. Segundo Appolinário (2012, p. 59), “é muito difícil que haja alguma pesquisa totalmente qualitativa, da mesma forma que é altamente improvável existir alguma pesquisa completamente quantitativa”. Moreira (2011b) declara que, direta ou indiretamente, os fenômenos educacionais sempre envolvem professores, alunos, um currículo em um determinado contexto e a avaliação, não importando o tipo da pesquisa, já que os fenômenos de interesse são os mesmos.

Na intervenção pedagógica, utilizei um pré-teste e um pós-teste para fazer a análise dos dados quantitativos, pois, segundo Moreira (2011b, p. 50), “o pesquisador quantitativo faz uso de instrumentos de medida (testes, questionários), seleciona amostras, aplica tratamentos, procura correlações, faz inferências, usa testes estatísticos, busca validade interna e externa”. Além disso, o autor menciona que “a pesquisa qualitativa tende a destacar valores sociais das asserções de conhecimento, enquanto que a quantitativa provavelmente está mais preocupada com valores instrumentais dos resultados” (MOREIRA, 2011b, p. 57).

Quanto à perspectiva qualitativa, Moreira (2011b) afirma que esse tipo de análise

interpretativa de dados gera asserções de conhecimento, as quais são publicadas pelo pesquisador sob a forma de um relatório ou artigo de pesquisa, enfatizando a importância da narrativa neste tipo de descrição. Assim, de acordo com o autor,

O pesquisador enriquece sua narrativa com trechos de entrevistas, excertos de suas anotações, vinhetas, exemplos de trabalhos de alunos, entremeados de comentários interpretativos procurando persuadir o leitor, buscando apresentar evidências que suportem sua interpretação e, ao mesmo tempo, permitem ao leitor fazer julgamentos de modo a concordar ou não com as asserções interpretativas do pesquisador (MOREIRA, 2011b, p. 51).

Além da perspectiva qualitativa, esta pesquisa é quantitativa, visando a uma melhor análise dos dados pesquisados. Para Chemin (2012, p. 57), uma pesquisa quantitativa

Representa aquilo que pode ser medido, mensurado, contado; exige descrição rigorosa das informações obtidas, em que o pesquisador pretenderá obter o maior grau de correção possível em seus dados; é adequada do ponto de vista do público pesquisado.

Para o levantamento dos dados qualitativos, coloquei, no decorrer da pesquisa, observações em um diário de campo e registrei as atividades realizadas pelos alunos através de fotos e filmagens. Todas as atividades, bem como os códigos, fontes da programação desenvolvida para a obtenção dos resultados, foram registradas no diário de campo, que é um documento de registros diários que mostra o detalhamento da pesquisa. Martins (2008) aponta a importância de registros das reflexões, resultados, observações, situações que ocorrem durante a investigação, comentários dos participantes, opiniões e para fazer tais registros sugere um diário de campo.

A presente pesquisa proveio de um estudo de caso, haja vista que o problema em questão envolveu o ‘como e por que’ as coisas são e ou acontecem. Logo, foi necessário um estudo mais aprofundado que possibilitou coletar, apresentar e analisar os dados. Segundo Chemin (2012, p. 57),

[...] o estudo de caso se propõe a investigar e a aprofundar um fenômeno/problema contemporâneo dentro do seu contexto, por meio de várias fontes de evidência: entrevistas, documentos, arquivos, observação etc. e é típico de pesquisa qualitativa, mas pode também ser contemplado com dados quantitativos, dependendo da forma estatística de apresentação e análise dos seus resultados.

Yin (2010, p. 24) menciona que o “estudo de caso como método de pesquisa é usado em muitas situações, para contribuir ao nosso conhecimento dos fenômenos individuais, grupais, organizacionais, sociais, políticos e relacionados”. Ao adotar o citado método, pesquisei como a Robótica poderia contribuir na aprendizagem da Matemática, em particular,

no ensino de conteúdos de geometria plana, com estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental.

A escola na qual realizei a prática pedagógica era uma instituição privada, situada na cidade de Lajeado, RS. A turma envolvida contava com vinte e sete alunos, todos participantes da pesquisa, cujas atividades tiveram a duração de quatro semanas. Os encontros, inicialmente dois semanais, eram de cinquenta minutos; já na última quinzena, houve a junção de três a quatro períodos por dia, também com o tempo de cinquenta minutos. Esta foi muito importante para a realização das tarefas, haja vista a programação de robôs demandar tempo, exigir muitos cálculos e o diálogo ser fundamental entre os componentes do grupo.

O fato de a prática pedagógica ter iniciado nas últimas semanas do ano letivo facilitou a junção dos períodos, já que muitos professores já haviam desenvolvido os conteúdos programados e, dessa forma, puderam ceder suas aulas para a realização das atividades da presente pesquisa. Ademais, a ideia contou com a aprovação dos alunos, pois assim conseguiram se dedicar mais às tarefas exigidas pela intervenção.

O delineamento da pesquisa quantitativa foi desenvolvido com base na classificação de Campbell e Stanley, sendo utilizado o O1x O2. Segundo Moreira (2011b), aplica-se um pré-teste O1 no grupo de alunos, submete-se este grupo a um tratamento X e faz-se, então, um pós-teste O2. O1 e O2 significam que o mesmo grupo é observado antes e depois do tratamento.

Neste sentido, o grupo foi submetido a um pré-teste O1 (Apêndice B) para análise do conhecimento prévio acerca de alguns conceitos relacionados à geometria plana, *Scratch* e *S4A*. Em seguida, a turma teve aulas no laboratório de informática, utilizando o *software S4A* e o *RoboMat*. Os alunos passaram a programar o *RoboMat*, resolvendo diferentes atividades voltadas à geometria plana. Após esse tratamento X, realizaram um pós-teste O2 (Apêndice C), sendo então verificado o resultado do tratamento.

Conforme Moreira (2003, p. 10),

Provavelmente, o melhor trabalho sobre delineamento que se pode encontrar na literatura é o artigo “Experimental and quasi-experimental *designs for research on teaching*”, de Campbell e Stanley (1963), traduzido para o português sob o título de “Delineamentos experimentais e quase-experimentais de pesquisa” e publicado sob a forma de um pequeno livro (Campbell e Stanley, 1979). A leitura desse livro é

fortemente recomendada para quem pretende fazer pesquisa experimental em ensino.

Na próxima seção, apresento a organização da pesquisa, descrevendo cada etapa da realização da investigação.

3.2 Organização da Pesquisa

A presente pesquisa foi organizada em seis momentos, sendo eles: assinatura do Termo de Concordância da Direção da Instituição de Ensino, assinatura do Termo de Consentimento, aplicação do pré-teste, desenvolvimento da intervenção pedagógica, aplicação do pós-teste e participação no questionário de satisfação. Nos próximos itens, descrevo detalhadamente cada um desses momentos.

1º) Termo de Concordância da Direção da Instituição de Ensino (Apêndice D)

Primeiramente, agendei uma reunião com a direção e coordenação pedagógica para conversar sobre a possibilidade da realização da pesquisa na escola e com qual turma seria possível desenvolvê-la. No encontro, de imediato, a coordenadora pedagógica e o diretor demonstraram bastante interesse pela prática. Inclusive, ele declarou sentir-se orgulhoso pelo projeto acontecer na escola e prontificou-se a adquirir os materiais necessários.

Cabe destacar que, na escola em que desenvolvi a prática, eu ministrava aulas em todas as turmas do Ensino Fundamental e, portanto, conhecia as dificuldades de compreensão dos alunos acerca da geometria. Esse fato é que me levou a comunicar à direção e à coordenação pedagógica minha intenção de realizar uma atividade que poderia auxiliá-los no estudo deste ramo da matemática. Cientes disso, concordaram com a proposta, inclusive achando-a interessante. A turma escolhida foi a do 9º ano, pois era a que mais apresentava tais dificuldades.

Assim, na semana seguinte, entreguei ao diretor o Termo de Concordância da direção da Instituição de Ensino (Apêndice D). Após assiná-lo, reiterou estar muito satisfeito com a realização da pesquisa, especialmente pela escolha da turma. Ademais, comentou as dificuldades que esta apresentava na compreensão dos conteúdos de Matemática e que a aplicação da prática poderia ser uma forma de minimizá-las.

2º) Termo de Consentimento Livre Esclarecido (Apêndice E)

Recebida a anuência da direção e coordenação pedagógica, reuni-me com a turma na qual aplicaria a prática. Nesse momento, comuniquei-lhe a realização da pesquisa, seus objetivos, as atividades que desenvolveríamos, os recursos que seriam utilizados, horários e duração dos encontros. Todos os alunos receberam o Termo de Consentimento Livre Esclarecido conforme (Apêndice E). Por serem menores de idade, levaram-no para casa para que os pais o lessem e assinassem. A exceção foi a aluna **E**¹⁶, pois, como já havia atingido a maioridade, ela mesma pôde assiná-lo e entregá-lo. Em seguida, informei-os de que cada um poderia optar por participar ou não da investigação.

Nesse dia, a aluna **A** chegou atrasada, mas pediu permissão para entrar na sala, pois desejava, segundo ela, participar das atividades, dizendo-se interessada e curiosa pela forma como ocorreriam os encontros. Durante as minhas explicações, o aluno **B** fez a seguinte pergunta: “então quer dizer que precisamos alimentar o nosso RoboMat?” “Sim, temos que programar ele, pois só aí terá vida, a programação é o alimento dele”, respondeu o aluno **C**

Ainda durante as explicações e demonstrações, o aluno **D** questionou: “se eu colocar ângulo tamanho 1000000°, o que ele vai fazer? Vai ficar girando?” Prontamente expliquei-lhe que o Servo Motor ¹⁷só gira de 0 a 180°, logo iria até 180° e parar. Essas foram algumas perguntas que fizeram inicialmente. Desde o primeiro momento, percebi que estavam interessados e curiosos, pois demonstravam ansiedade em iniciar as atividades com o uso do RoboMat.

3º) Pré-teste (Apêndice B)

Cada aluno recebeu uma lista com questões de geometria plana e *Scratch*, que deveriam ser respondidas em cinquenta minutos. O objetivo do pré-teste foi verificar os conhecimentos prévios da turma em relação à geometria plana e *Scratch*. O mesmo foi aplicado no 2º encontro (aula 2).

¹⁶ Para preservar o anonimato dos alunos, utilizei letras para identificá-los.

¹⁷ Servo Motor - O servo motor é um atuador rotativo com alta precisão de controle para posicionamento angular. Disponível em: <http://www.kollmorgen.com/pt-br/products/motors/servo/servomotores/>.

Verificar o conhecimento prévio ou subsunção permite conhecer melhor o nosso estudante, para, assim, poder utilizar os organizadores prévios, com o objetivo de que estes sirvam de âncora para uma nova aprendizagem. Segundo Moreira (2011a, p. 104-105),

Precisamente aí é que entra, segundo Ausubel, a utilização de organizadores prévios que servem de “âncoradouro provisório” para a nova aprendizagem e levam ao desenvolvimento de conceitos, ideias e proposições relevantes que facilitam a aprendizagem subsequente. O uso de organizadores prévios é uma estratégia proposta por Ausubel para, deliberadamente, manipular a estrutura cognitiva a fim de facilitar a aprendizagem significativa.

Após análise do pré-teste, visualizei a necessidade de explorar uma atividade que chamei de organizadores dos conhecimentos prévios, já que muitos alunos tiveram dificuldades de resolver a questão que envolvia área e perímetro de figuras irregulares. Para Moreira (2011, p. 30),

Organizador prévio é um recurso instrucional apresentado em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade em relação ao material de aprendizagem. Não é uma visão geral, um sumário ou um resumo que geralmente estão no mesmo nível de abstração do material a ser aprendido. Pode ser um enunciado, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma leitura introdutória, uma simulação. Pode ser também uma aula que precede um conjunto de outras aulas. As possibilidades são muitas, mas a condição é que precede a apresentação do material de aprendizagem e que seja mais abrangente, mais geral e inclusivo do que este.

4º Intervenção Pedagógica (Apêndices G, H, I, J, L, M, N, O, P)

Nesta etapa, desenvolvi os conteúdos da geometria plana por meio da Robótica. Com o uso das tecnologias, segundo Moran (2000, p. 75),

Os alunos passam a ser descobridores, transformadores e produtores do conhecimento. A qualidade e a relevância da produção dependem também dos talentos individuais dos alunos que passam a ser considerados como portadores de inteligências múltiplas. Inteligências que vão além das linguísticas e do raciocínio matemático que a escola vem oferecendo. Como parceiros, professores e alunos desencadeiam um processo de aprendizagem cooperativa para buscar a produção do conhecimento.

O ensino da geometria através da Robótica vem ao encontro dessa citação de Moran (2000), por ser um meio de transformação que possibilita ao aluno descobrir novos conceitos, sendo produtor e transformador do seu próprio conhecimento.

O Quadro 1 apresenta os conteúdos, atividades, recursos e objetivos referentes à intervenção pedagógica realizada nesta pesquisa.

Quadro 1 - Atividades realizadas durante a intervenção pedagógica

Aula	Atividades	Recursos	Objetivos
Aula 1	Termo de Consentimento Livre Esclarecido: Apêndice E - Apresentação do Projeto de Pesquisa, dos materiais e <i>softwares</i> que serão utilizados durante a intervenção pedagógica.	- <i>Datashow</i>	- Perceber a importância na participação da pesquisa. - Entender o funcionamento da pesquisa. - Assinar o termo de consentimento.
Aula 2	Pré-Teste (Apêndice B)	- Lápis - Caneta - Calculadora	- Identificar os conhecimentos prévios dos alunos acerca de alguns elementos da geometria plana, <i>Scratch</i> e <i>software S4A</i> .
Aula 3	Organizadores Prévios (Apêndice F)	- Lápis - Papel quadriculado - Folhas de árvores - Barbante - Régua	- Reconhecer a diferença entre perímetro e área de figuras irregulares planas. - Calcular a área e perímetro de figuras geométricas irregulares planas.
Aula 4	- Atividades com o <i>software S4A</i> e o RoboMat envolvendo ângulos. (Apêndice G)	- Computador - <i>Software S4A</i> - RoboMat	- Testar diversos ângulos com o RoboMat. - Reconhecer o tamanho do ângulo do desenho realizado com o uso do RoboMat. - Utilizar comandos do <i>software S4A</i> . - Programar o RoboMat utilizando o <i>S4A</i> .
Aula 5	- Conversão de medidas (Apêndice H).	- RoboMat - Régua - Computador - <i>Software S4A</i>	- Identificar quantos cm o RoboMat anda em um determinado tempo. - Utilizar comandos do <i>software S4A</i> . - Programar o RoboMat utilizando o <i>S4A</i> .
Aula 6	- Áreas e perímetros de triângulos. (Apêndice I).	- Computador - <i>Software S4A</i> - RoboMat	- Desenhar triângulos com o auxílio do RoboMat e o <i>software S4A</i> . - Reconhecer as fórmulas para calcular áreas e perímetros de

			<p>triângulos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Calcular áreas e perímetros de triângulos. - Utilizar comandos do <i>software S4A</i>. - Programar o RoboMat utilizando o <i>S4A</i>.
Aula 7	<p>- Áreas e perímetros de trapézios.</p> <p>(Apêndice J).</p>	<p>- Computador</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Software S4A</i> - RoboMat 	<ul style="list-style-type: none"> - Desenhar figuras geométricas planas com o auxílio do RoboMat e o <i>software S4A</i>. - Calcular a área e o perímetro do trapézio. - Reconhecer as fórmulas necessárias para calcular a área e o perímetro do trapézio. - Utilizar comandos do <i>software S4A</i>. - Programar o RoboMat utilizando o <i>S4A</i>.
Aula 8	<p>- Áreas e perímetros de figuras geométricas planas.</p> <p>(Apêndice L).</p>	<p>- Computador</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Software S4A</i> - RoboMat 	<ul style="list-style-type: none"> - Programar o robô utilizando o <i>S4A</i> para desenhar figuras geométricas planas. - Calcular a área e o perímetro de figuras geométricas. - Reconhecer as fórmulas necessárias para calcular a área e o perímetro. - Utilizar comandos do <i>software S4A</i>. - Programar o RoboMat utilizando o <i>S4A</i>.
Aula 9	<p>- Continuação da atividade da aula 8.</p> <p>(Apêndice M).</p>	<p>- Computador</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Software S4A</i> - RoboMat 	<ul style="list-style-type: none"> - Programar o robô utilizando o <i>S4A</i> para desenhar figuras geométricas planas. - Calcular a área e o perímetro da figura. - Reconhecer as fórmulas necessárias para calcular a área e o perímetro. - Utilizar comandos do <i>software S4A</i>. - Programar o RoboMat utilizando o <i>S4A</i>.
Aula 10	<p>- Áreas e perímetros de figuras geométricas planas.</p> <p>(Apêndice N).</p>	<p>- Computador</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Software S4A</i> - RoboMat 	<ul style="list-style-type: none"> - Calcular a área e o perímetro das figuras. - Reconhecer a diferença entre área e perímetro de figuras geométricas. - Identificar as medidas dos lados das figuras.

			<ul style="list-style-type: none"> - Identificar os ângulos das figuras. - Utilizar comandos do <i>software S4A</i>. - Programar o RoboMat utilizando o <i>S4A</i>.
Aula 11	<ul style="list-style-type: none"> - Continuação da aula 10. (Apêndice O). 	<ul style="list-style-type: none"> - Computador - <i>Software S4A</i> - RoboMat 	<ul style="list-style-type: none"> - Calcular a área e o perímetro das figuras. - Reconhecer a diferença entre área e perímetro de figuras geométricas. - Identificar as medidas dos lados das figuras. - Identificar os ângulos das figuras. - Utilizar comandos do <i>software S4A</i>. - Programar o RoboMat utilizando o <i>S4A</i>.
Aula 12	<ul style="list-style-type: none"> - Continuação da aula 11. - Apresentação dos resultados. (Apêndice P). 	<ul style="list-style-type: none"> - Computador - <i>Software S4A</i> - RoboMat 	<ul style="list-style-type: none"> - Calcular a área e o perímetro das figuras. - Reconhecer a diferença entre área e perímetro de figuras geométricas. - Identificar as medidas dos lados das figuras. - Identificar os ângulos das figuras. - Utilizar comandos do <i>software S4A</i>. - Apresentar as figuras desenhadas e os resultados da área e perímetro da respectiva figura. - Programar o RoboMat utilizando o <i>S4A</i>.
Aula 13	Apêndice C	Pós-teste	<ul style="list-style-type: none"> - Calcular a área e o perímetro das figuras. - Reconhecer a diferença entre área e perímetro de figuras geométricas. - Identificar as medidas dos lados das figuras. - Identificar os ângulos das figuras. - Reconhecer comandos do <i>S4A</i>.
Aula 14	(Apêndice Q)	Questionário de Satisfação	<ul style="list-style-type: none"> - Investigar a reação dos alunos sobre as atividades desenvolvidas durante a prática pedagógica desenvolvida.

5º) Pós-teste (Apêndice C)

O pós-teste foi realizado no último encontro, de forma individual, em um período de cinquenta minutos, envolvendo questões de geometria plana. O objetivo foi verificar se os recursos utilizados na intervenção pedagógica foram significativos para a construção dos conhecimentos de geometria plana.

6º) Questionário de Satisfação (Apêndice Q)

Conforme dito anteriormente, o questionário de satisfação também foi realizado no último encontro, pois tivemos a manhã inteira para trabalhar os conteúdos da intervenção. Com sua aplicação, tive o intuito de conhecer a opinião dos alunos em relação às atividades desenvolvidas, em particular ao uso da robótica no ensino da geometria. Por meio das respostas, procurei descobrir o quanto esse recurso contribuiu e os motivou à aprendizagem de alguns conceitos geométricos.

No próximo capítulo, exponho a análise dos resultados apresentados pelos alunos durante a intervenção pedagógica.

4 ANÁLISE E RESULTADOS

Descrevo neste capítulo, os resultados emergentes da intervenção pedagógica, apresentando a caracterização da turma, passos metodológicos anteriores à intervenção, dados coletados, análise dos resultados quantitativos e qualitativos, análise do pré e pós-teste, organizadores prévios utilizados, comentários dos alunos, fotos e registros das atividades realizadas.

4.1 Caracterização da turma

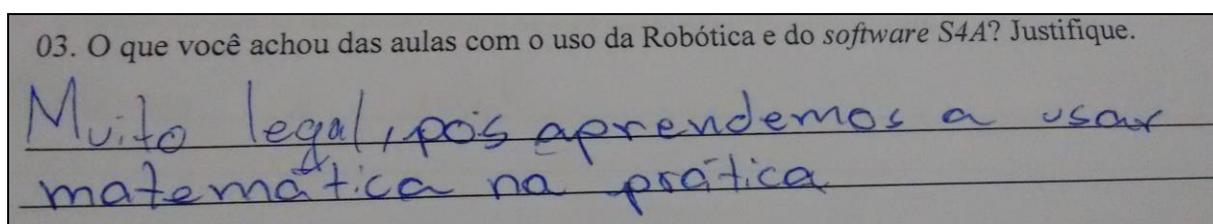
A intervenção pedagógica foi realizada com uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola privada do município de Lajeado, que era composta por vinte e sete alunos, sendo quinze meninos e doze meninas. O educandário atendia estudantes da Educação Infantil ao 3º Ano do Ensino Médio e pertencia a uma rede de escolas e faculdades espalhadas por diversos Estados do Brasil. A sede estava localizada em Brasília e possuía sua própria editora onde eram elaborados o material didático e atividades complementares, utilizados por todas as escolas da rede.

Embora a escola pertencesse a uma rede, portanto, com ensino postilado, os professores tinham autonomia de agregar materiais, atividades e conteúdos em suas aulas. A cada trimestre, recebiam novas apostilas que contemplavam o conteúdo. Anualmente, os estudantes participavam do exame nacional das escolas da rede, aplicado na instituição em

que estudavam; porém, elaborado pela editora. Outras competições e olimpíadas também faziam parte do calendário da instituição, incentivados pela direção e coordenação pedagógica, inclusive viabilizando eventos externos, tais como, Olimpíada de Matemática da Univates, Feira de Ciências da Univates, Mostra Brasileira de Ciência e Tecnologia e Mostra Internacional de Ciência e Tecnologia (MOSTRATEC), visitas a feiras, entre outros, considerados importantes pelo corpo docente.

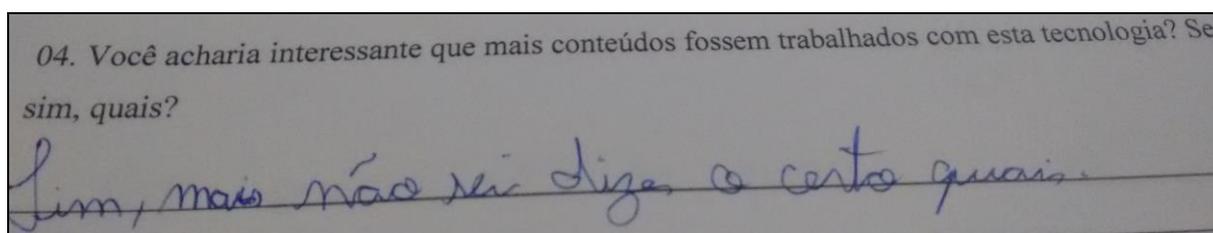
Essas participações eram vistas como outras formas de visualizar e desenvolver determinados temas. Conteúdos trabalhados de maneiras diferenciadas podem se constituir num atrativo e cativar o aluno, fato possível de ser corroborado na escrita de estudantes da referida turma ao longo do ano. Alguns deles apresentavam dificuldades, principalmente na Matemática e, ao responderem ao questionário de satisfação, declararam que desejavam aprender matemática na prática (Figura 11). Segundo eles, o mesmo deveria acontecer em outras disciplinas, conforme ilustra a Figura 12.

Figura 11 – Resposta da questão 3 do Questionário de Satisfação



Fonte: Autor da pesquisa, 2015

Figura 12 – Resposta da questão 4 do Questionário de Satisfação



Fonte: Autor da pesquisa, 2015

As respostas comprovam a predisposição da maioria dos alunos em aprender, que participaram das atividades com interesse e entusiasmo. Apenas alguns expressaram indiferença e acomodação, além das dificuldades de aprendizagem. É importante destacar que estes já haviam sido reprovados no 9º ano, especialmente em Matemática, notícia que receberam na semana em que iniciamos a intervenção. Logo, o sentimento de desconforto por parte desses estudantes era perceptível.

Os factores cognitivos e de motivação interpessoal influenciam, sem dúvida, o processo de aprendizagem de forma concomitante e é provável que interajam mutuamente de várias formas. A aprendizagem escolar não tem lugar num vácuo social, mas antes em relação com outros indivíduos, os quais – além de manifestarem vários laços emocionais pessoais – agem largamente como representantes impessoais da cultura (AUSUBEL, 2003, p. 23).

Na próxima seção, apresento os passos metodológicos anteriores à intervenção pedagógica, como a preparação dos materiais utilizados durante o estudo e as demais organizações que se fizeram necessárias.

4.2 Elaboração do material necessário para a intervenção

Anteriormente à intervenção, os alunos da escola pesquisada, em parceria com estudantes dos Cursos de Engenharia Mecânica e os da de Controle e Automação da Univates, criaram o RoboMat, usando materiais alternativos, placa Arduíno, rodas, engrenagens e motores. Além deste, outros quatro modelos robôs foram produzidos, com pequenas diferenças no design, engrenagens e rodas. Em função disso, estes apresentaram um desempenho diferente, como por exemplo, na velocidade. Para sua confecção, alguns materiais foram adquiridos pela escola e outros, alternativos, conseguidos pelos alunos e por mim. Entre eles, retalhos de acrílico cedidos por uma indústria de móveis.

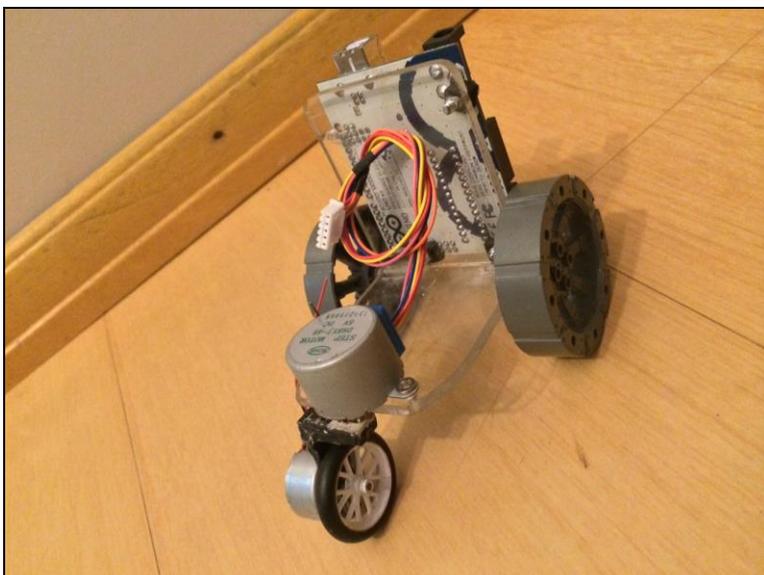
A escolha por produzir um robô com a utilização do Arduíno e materiais alternativos deveu-se ao baixo custo. A escola possuía apenas um Mindstorms e, como a turma era composta por vinte e sete alunos, seriam necessários, no mínimo, quatro ou cinco robôs para a realização das tarefas propostas, acarretando despesas além das possibilidades da instituição.

É importante destacar que esses robôs poderão, nos semestres posteriores à intervenção, serem utilizados por outras turmas. Para a sua construção, é possível aproveitar lixo eletrônico, como motores, engrenagens, retirados de *drives* de CD (*Compact Disc*) ou DVD (*Digital Versatile Disc*) de aparelhos sucateados.

Inicialmente, a turma construiu um modelo de robô para as atividades com ângulos, conforme mostra a Figura 13. Nesse modelo, utilizou-se um servo motor e um contínuo, placa Arduíno, acrílico, rodas de brinquedos, engrenagens retiradas de *drives* de CD e DVD sucateados, como já mencionado. O servo motor foi usado principalmente para os alunos fazerem os testes com os diferentes tamanhos de ângulos. Realizados estes, os robôs foram modificados. Retirou-se o servo motor e colocaram-se dois motores contínuos (Figura 14),

visando facilitar as demais atividades, principalmente aquelas em que os robôs serviram para desenhar as figuras geométricas.

Figura 13 - RoboMat modelo inicial

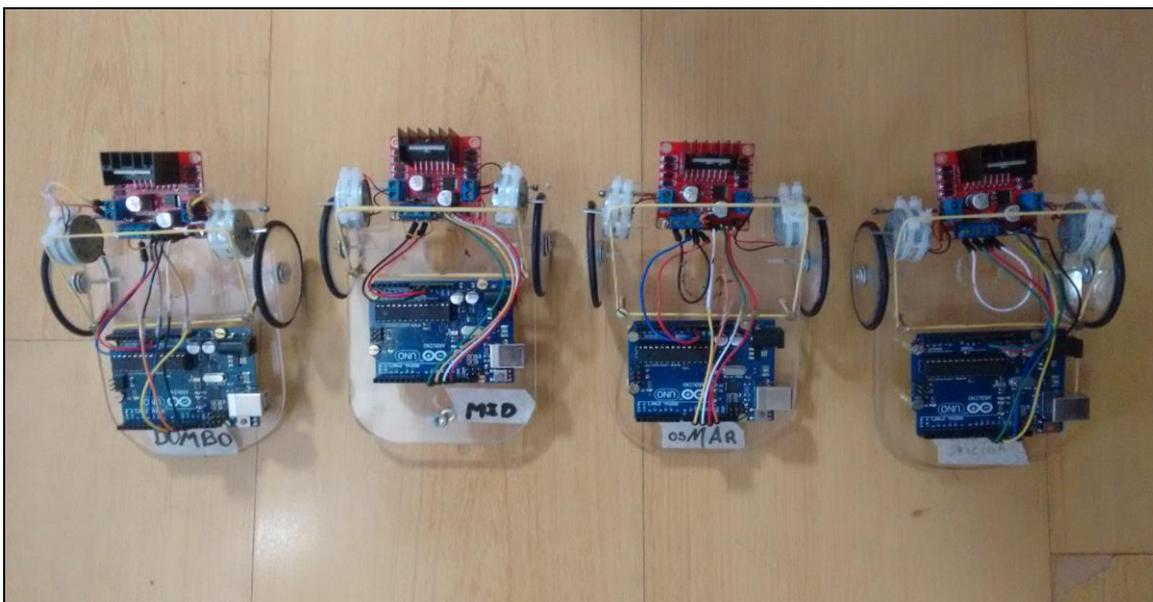


Fonte: Autor da pesquisa, 2015

A atividade com os robôs, onde cada grupo pôde ter o seu e “batizá-lo”, demonstrou a característica interativa desse recurso, facilitando a interação entre os sujeitos.

A robótica educativa não é jovem, tendo surgido por volta da década de 1960, quando seu pioneiro Seymour Papert desenvolvia sua teoria sobre o construcionismo e defendia o uso do computador nas escolas como um recurso que atraia as crianças. Pode ser definida como um conjunto de conceitos tecnológicos aplicados a educação, em que o aprendiz tem acesso a computadores e *softwares*, componentes eletromecânicos como motores, engrenagens, sensores, rodas e um ambiente de programação para que os componentes acima possam funcionar. Além de envolver conhecimentos básicos de mecânica, cinemática, automação, hidráulica, informática e inteligência artificial, envolvidos no funcionamento de um robô, são utilizados recursos pedagógicos para que se estabeleça um ambiente de trabalho escolar agradável (SOUZA et al apud PIROLA, 2010, p. 206)

Figura 14 – RoboMat modelo final



Fonte: Autor da pesquisa, 2015

Antes de os estudantes passarem a trabalhar os conteúdos matemáticos com a utilização dos robôs, foi necessária a análise dos conhecimentos prévios. Esta mostrou-se indispensável para investigar os subsunçores presentes e, posteriormente, uma organização desses conhecimentos caso houvesse a falta desses subsunçores para a intervenção propriamente dita. Na próxima seção, explico a análise dos conhecimentos prévios, levantados por meio de um pré-teste.

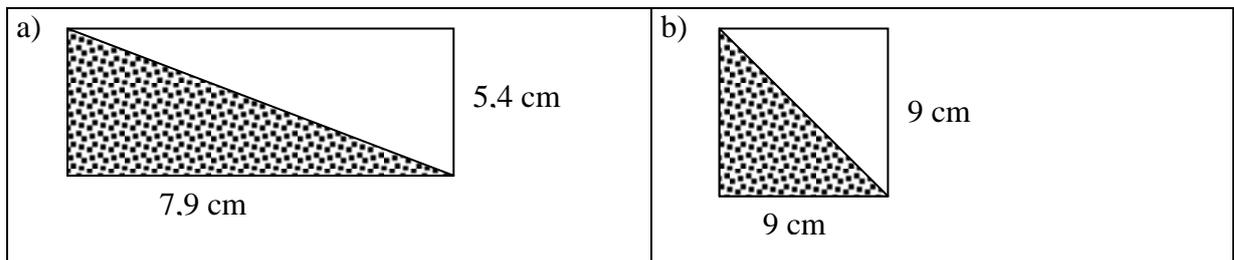
4.3 Análise dos conhecimentos prévios

Tendo como foco principal a análise dos conhecimentos prévios da geometria plana, apliquei um questionário, o pré-teste (Apêndice B), cuja duração foi de cinquenta minutos. Nele, os alunos puderam utilizar calculadora, régua e transferidor para responder às questões. Além das perguntas referentes à geometria, foram contempladas questões de programação para identificar qual o conhecimento da turma sobre alguns comandos de lógica de programação.

Para Ausubel (2003), o conhecimento prévio é o fator determinante do processo de aprendizagem. O autor enfatiza que esse conhecimento é significativo por definição, sendo o resultado de um processo psicológico que envolve a interação entre ideias culturalmente significativas, já “ancoradas” na estrutura do aprendiz.

A primeira questão foi dividida em dois itens, a e b, e, em ambos, solicitava-se o cálculo da área da região pontilhada (Figura 15). No item 1a, a figura era um retângulo. Nesta, a maioria dos alunos acertou o cálculo da área, utilizando a solução, conforme visualizada na (Figura 16). Apenas dois calcularam a área da figura toda e não apenas a parte pontilhada. Assim, dos vinte e sete participantes, vinte e três responderam corretamente à questão, um não a resolveu, dois calcularam a área e outro errou completamente. Ademais, este não apresentou o desenvolvimento da questão, apenas o resultado (Figura 17).

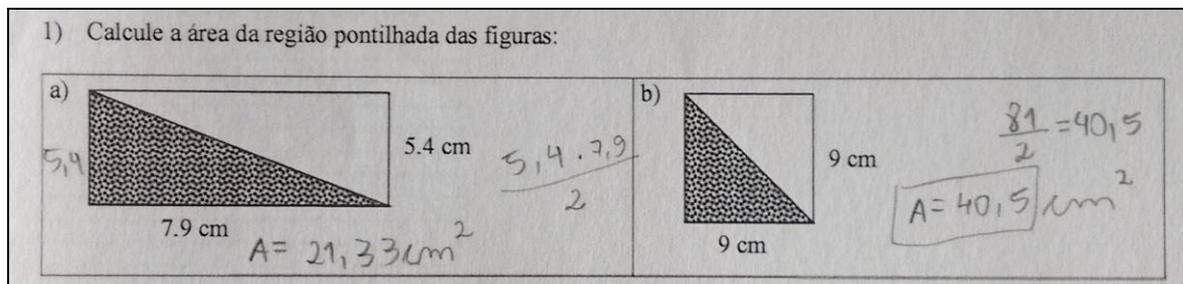
Figura 15 – Questão 1 – Pré-teste



Fonte: Autor da pesquisa, 2015

Na figura 16, aparece a resposta da aluna F referente à questão 1 do pré-teste, a qual, conforme mencionei anteriormente, a maioria acertou.

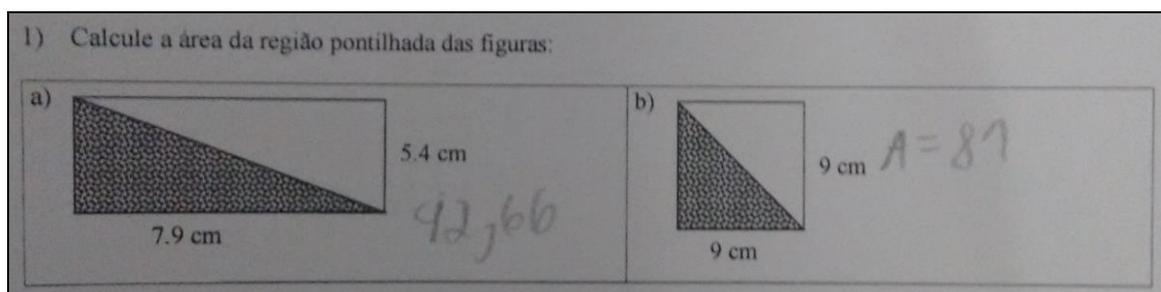
Figura 16 – Resposta Questão 1 – Pré-teste



Fonte: Autor da pesquisa, 2015

O aluno D não apresentou o desenvolvimento da questão, apenas o resultado, conforme pode ser visto na figura 17.

Figura 17 – Resposta Questão 1 – Pré-teste

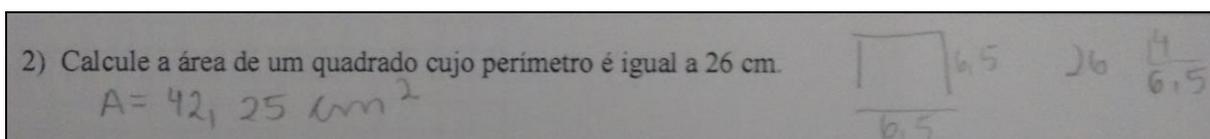


Fonte: Autor da pesquisa, 2015

No item 1b, a figura era um quadrado e os alunos precisavam calcular a metade de sua área. Dos vinte e sete participantes, três apresentaram o valor do total da área da figura, um não resolveu, quatro erraram e dezenove acertaram. As questões 1a e 1b eram muito parecidas, a diferença estava na figura - um retângulo e um quadrado -; entretanto, alguns acertaram somente a primeira. Houve ocasiões em que encontraram a área do total da figura e não da parte pontilhada conforme solicitava a questão.

A segunda questão tinha como objetivo verificar os conhecimentos prévios acerca da diferença de perímetro e área. A pergunta foi “*Calcule a área de um quadrado cujo perímetro é igual a 26cm^{18}* ”. Nessa questão, quinze alunos acertaram (uma das respostas pode ser visualizada na Figura 18), quatro apresentaram apenas o valor do lado, três não responderam e os demais não acertaram e, além disso, encontraram valores diferentes e não descreveram a solução.

Figura 18 – Resposta da questão 2 – Pré-teste



Fonte: Autor da pesquisa, 2015

Na questão 3 (Figura 19), foram selecionadas três figuras diferentes: um quadrado, um círculo e um trapézio. Os alunos necessitavam fazer um comparativo entre o valor da área das referidas gravuras. Nesse momento, percebi que alguns apresentavam dificuldades para calcular a área do trapézio, havendo também os que tentavam copiar a fórmula de colegas para poder resolvê-la. Entre eles, o aluno C, que, ao adotar essa atitude, alegou não a conhecer e, além do mais, considerava a questão muito difícil.

Em geral, os alunos calculavam primeiro a área de cada uma das figuras e, em seguida, marcavam a resposta. Houve também os que apenas assinalavam as respostas, sem desenvolver os cálculos. Três escolheram a letra (a); um, a (c); e os demais, a (b). Vale esclarecer que (a) era a correta.

Ao discutir a questão com a turma, verifiquei que a maioria apenas observava a dimensão da figura, sem analisá-la, escolhendo aleatoriamente a letra b por achar que esta

¹⁸ Comentários da professora e dos alunos são apresentados como citação direta (curta ou longa, conforme forem até 3 linhas ou mais), em letra itálica.

seria a gravura maior. Após serem por mim questionados, revisaram-na, momento em que alguns declararam: “*profe, a resposta correta seria a a, pois o trapézio e o quadrado são iguais, têm o mesmo tamanho*”.

Observar a planta de um pátio e depois calcular a área de uma parte desta figura foi o cálculo solicitado na questão 4. Apenas um aluno não a acertou; os demais realizaram os cálculos e chegaram ao resultado correto. Na Figura 20, além da questão, expresso a resolução de um dos discentes, cuja forma foi adotada pela maioria.

Figura 19 – Resposta da questão 3 – Pré-Teste

3) Observando as figuras abaixo, pode-se afirmar que:

$A = 16$
 $A = 4\pi$
 $A = 12,56$

$A = \frac{(3+5) \cdot 4}{2} = 16$

a) o quadrado e o trapézio têm áreas iguais.
 b) o trapézio tem a maior área das três figuras.
 c) o quadrado e o círculo têm áreas iguais.
 d) o trapézio e o círculo têm áreas iguais.
 e) as três figuras são equivalentes em termos de área.

Fonte: Autor da pesquisa, 2015

Figura 20 – Resposta da questão 4 – Pré-Teste

4) Observe a planta do pátio e responda:

Qual é a área gramada (parte mais escura da figura) nesse pátio?

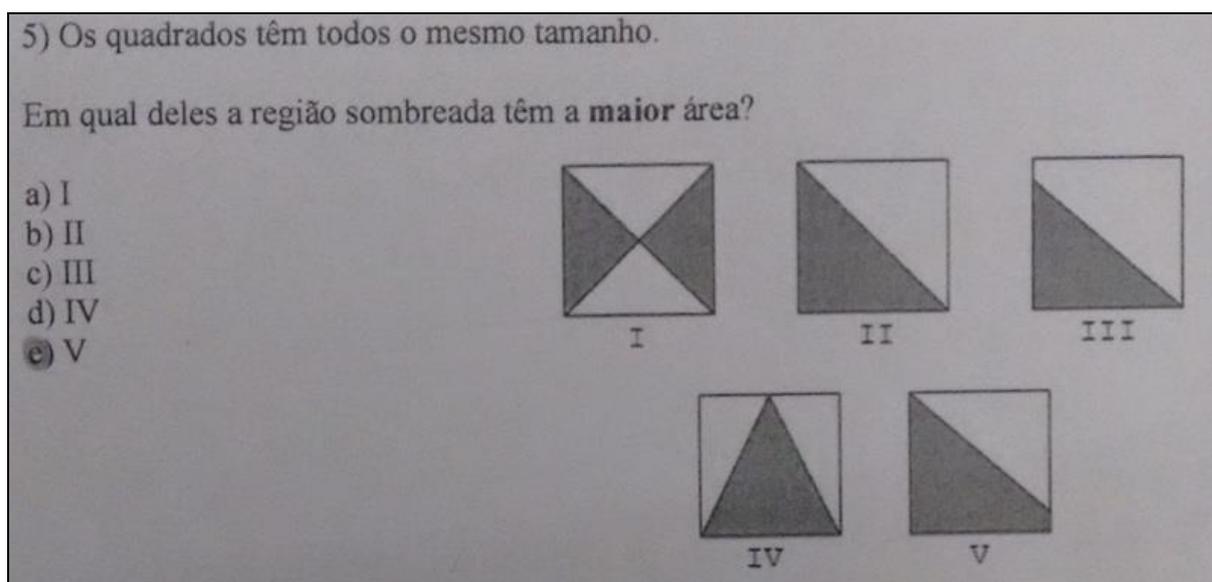
$18 \times 10 = 180$
 $8 \times 5 = 40$
 $2 \times 6 = 12$
 $40 + 12 = 52$
 $180 - 52 = 128$

$A = 128 \text{ m}^2$

Fonte: Autor da pesquisa, 2015

Na questão 5 (Figura 21), coube aos alunos compararem a área da região sombreada, em que foram apresentados cinco quadrados diferentes na referida área e iguais em tamanho. Solicitei-lhes que informassem em qual desses quadrados a área da região sombreada seria maior. Todos acertaram ao marcarem a alternativa (e). Em apenas uma das respostas do pré-teste, encontrei valores atribuídos para calcular as áreas; os demais infiro terem observado e comparado o tamanho das partes sombreadas sem atribuir medidas para calcular.

Figura 21 – Resposta da questão 5 – Pré-Teste

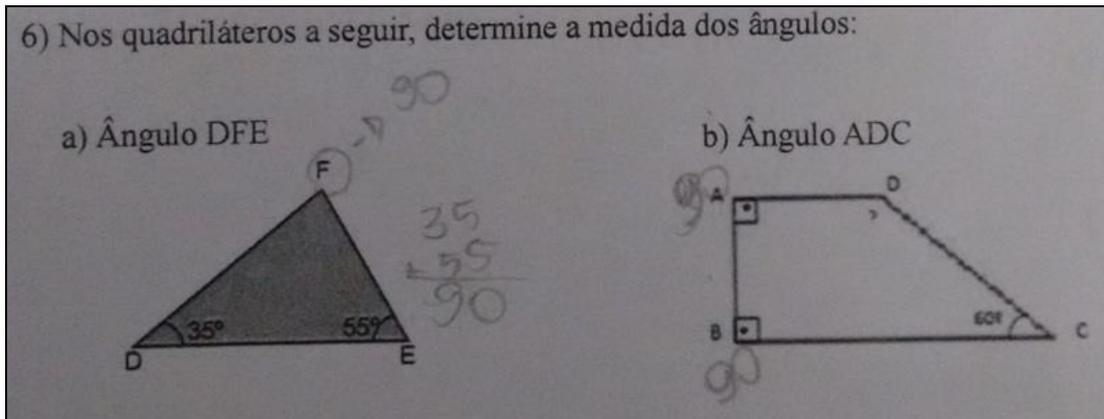


Fonte: Autor da pesquisa, 2015

Por considerar importante os alunos terem alguns conhecimentos prévios acerca de ângulos, no pré-teste, inseri questões envolvendo esse conteúdo. Ao se depararem com um problema na letra (a) da questão 6 (Figura 22), logo se manifestaram. “*Profe, o desenho do ângulo da figura da letra (a) não está correto*”, declarou a aluna G. Ao analisá-lo, identifiquei o problema, o que me levou a questioná-los sobre como entendiam que deveria ser o ângulo.

Imediatamente, a aluna G foi ao quadro e fez o desenho com o qual a turma concordou. Eles demonstraram clareza em relação às medidas e ao cálculo dos ângulos das diferentes figuras geométricas, comprovada pelo número de acertos das duas questões envolvendo ângulos, ou seja, todos as acertaram. O resultado foi favorável à ação que eu pretendia implementar, pois trabalhar com a programação dos robôs exige conhecimentos sobre ângulos.

Figura 22 – Resposta da questão 6 – Pré-Teste

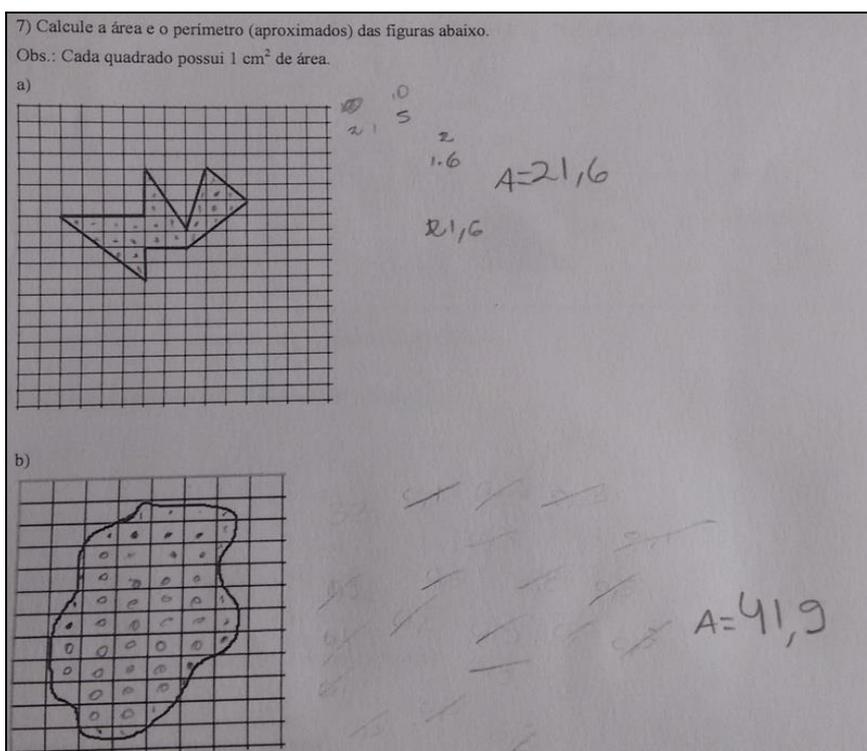


Fonte: Autor da pesquisa, 2015

Com a questão 7 (Figuras 23 e 24), minha pretensão era verificar a forma como os alunos calculariam a área e o perímetro de figuras irregulares. Logo percebi que estavam com dificuldades em resolvê-la. Ao lado da pergunta, alguns escreveram: “*Não aprendemos ainda*”, “*Não sei fazer*”, “*Nunca vi este conteúdo*”. Dos que tentaram, uma parte encontrou o resultado aproximado.

Na (Figura 23) e na (Figura 24), é possível observar a solução de dois alunos. Estes contaram os quadradinhos para encontrar as medidas solicitadas.

Figura 23 – Resposta da questão 7 – Pré-teste

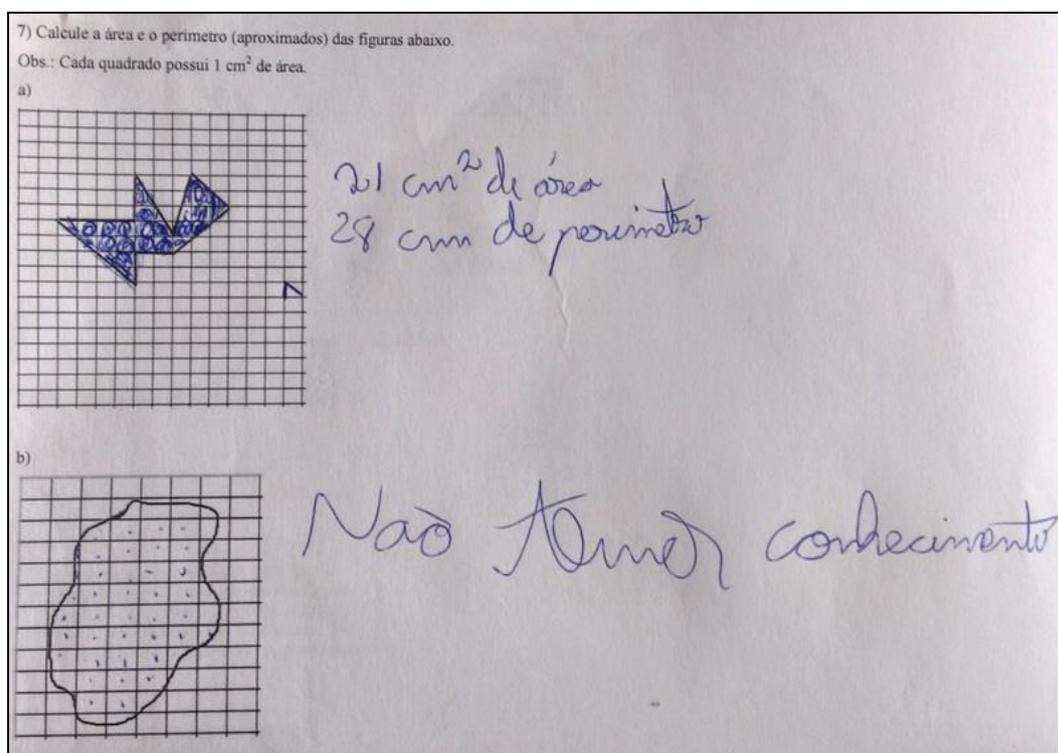


Fonte: Pré-teste, 2015

Em pesquisa realizada com estudantes da 7ª série, intitulada “Problemas de ensino e de aprendizagem em perímetro e área: um estudo de caso com professores de matemática e alunos de 7ª série do ensino fundamental”, Santos (2011) destaca que o erro aponta, muitas vezes, as dificuldades do aluno, auxiliando o professor na elaboração de estratégias para o ensino na busca de uma aprendizagem significativa. O autor destaca também o problema que os estudantes têm em relação à geometria.

É necessário que o professor analise o processo e não apenas a resposta final de um exercício. É importante que o docente conheça o caminho percorrido pelo aluno, suas dificuldades, pois somente assim poderá refletir sobre sua prática e reorganizar sua ação em sala de aula (SANTOS,2011, p. 50).

Figura 24 – Resposta da questão 7 – Pré-Teste



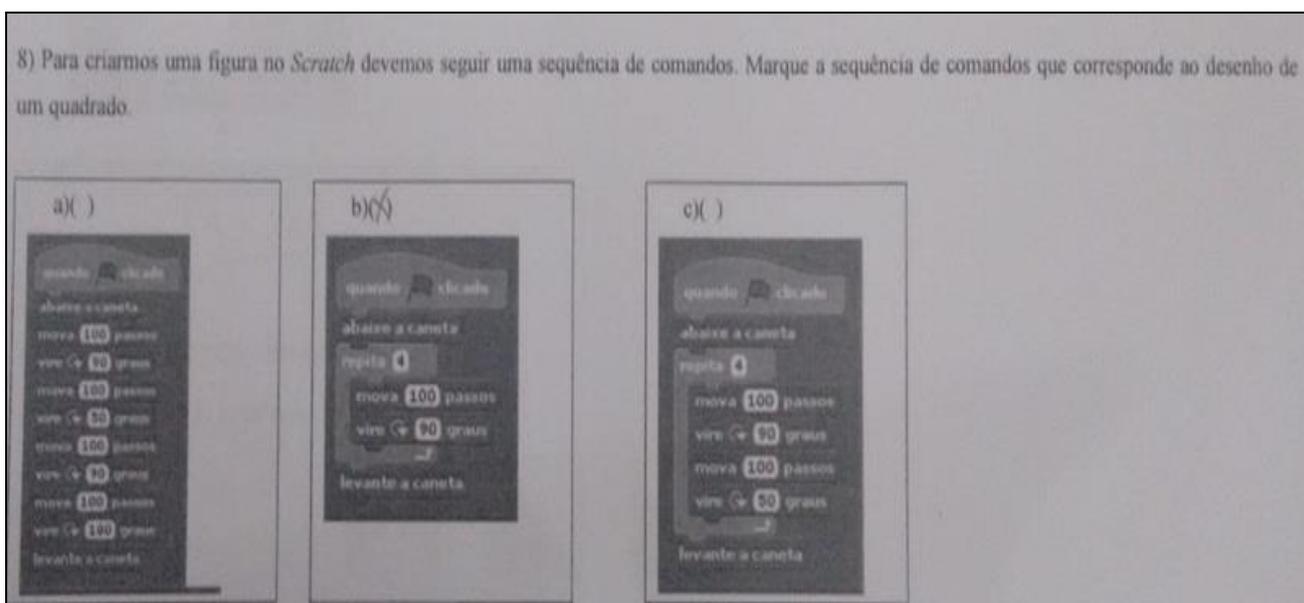
Fonte: Autor da pesquisa, 2015

Sendo assim, destaco a importância de uma análise prévia para verificar os subsunçores existentes e uma posterior reorganização dos conteúdos a serem trabalhados. Por isso, nesta pesquisa, apliquei um pré-teste com o propósito de analisar os conhecimentos prévios e, posteriormente, atividades para a reorganização e ampliação dos subsunçores.

Na questão 8 (Figura 25), meu objetivo era verificar a existência dos subsunçores referente à lógica de programação, especificamente a linguagem *Scratch*. Como os alunos, em

aulas anteriores, já haviam usado o *Scratch* ao desenvolver outros conteúdos da Matemática e áreas do conhecimento, não demonstraram dificuldade em resolvê-la e acertá-la. Logo, foi possível verificar que eles conheciam os principais comandos do *Scratch*, que serviriam de subsunçores à utilização do *S4A* na utilização da programação dos robôs.

Figura 25 – Resposta da questão 8 do Pré-teste



Fonte: Autor da pesquisa, 2015

Após a análise do pré-teste, verifiquei que os alunos, em sua maioria, possuíam os subsunçores necessários para resolver questões de cálculos de áreas e perímetros de figuras geométricas planas regulares, fato possível de ser comprovado pela observação das respostas das perguntas envolvendo esse conteúdo. O mesmo não ocorreu nas que abrangiam cálculos de áreas e perímetros de figuras irregulares, motivo pelo qual apliquei uma atividade para reorganização e assimilação de alguns conceitos necessários.

Os organizadores prévios podem tanto fornecer “ideias âncora” relevantes para a aprendizagem significativa do novo material, quanto estabelecer relações entre ideias, proposições e conceitos já existentes na estrutura cognitiva e aqueles contidos no material de aprendizagem, ou seja, para explicitar a relacionabilidade entre os novos conhecimentos e aqueles que o aprendiz já tem mas não percebe que são relacionáveis aos novos. No caso de material totalmente não familiar, um organizador “expositivo”, formulado em termos daquilo que o aprendiz já sabe em outras áreas de conhecimento, deve ser usado para suprir a falta de conceitos, ideias ou proposições relevantes à aprendizagem desse material e servir de ‘ponto de ancoragem inicial’. No caso da aprendizagem de material relativamente familiar, um organizador “comparativo” deve ser usado para integrar e discriminar as novas informações e conceitos, ideias ou proposições, basicamente similares, já existentes na estrutura cognitiva (MOREIRA, 2012, texto digital).

Na próxima seção, retrato o desenvolvimento dos organizadores prévios, visto que, conforme anteriormente mencionei, os alunos tiveram dificuldade em resolver a questão que envolvia área e perímetro de figuras geométricas planas em formato irregular. O fato demonstrou que eles não possuíam os subsunçores necessários para resolver esse tipo de problema. Conforme Ausubel (2003, p. 65),

Nem sempre se pode, em qualquer fase determinada da diferenciação de uma esfera particular de conhecimentos do aprendiz depender da disponibilidade espontânea de conceitos de subsunção relevantes e próximos de modo adequado, uma forma fácil de facilitar a aprendizagem e a retenção, nestas circunstâncias, é introduzir-se subsunçores ('organizadores avançados') e torná-los parte da estrutura cognitiva existente antes da apresentação real da tarefa de aprendizagem. Assim, os produtos da interação entre os subsunçores introduzidos e as estruturas cognitivas existentes tronam-se pontos de ancoragem, com um objetivo particular, para a aprendizagem por recepção do novo material. Com efeito, fornecem um suporte (ancoragem) ideário, a um nível adequado de conceptualização.

4.4 Organizadores prévios

Após análise do pré-teste, detectei que alguns alunos possuíam dificuldade em calcular área e perímetro de figuras irregulares e que não costumavam colocar as unidades de medida nos resultados. Nesse caso, foi necessário usar um organizador prévio (Apêndice F) para auxiliá-los na elaboração de alguns conceitos acerca de área e perímetro de figuras irregulares. Moreira (2012, texto digital) cita que

Para Ausubel, a principal função do organizador prévio é a de servir de ponte entre o que aprendiz já sabe e o que ele deveria saber a fim de que o novo material pudesse ser aprendido de forma significativa. Ou seja, organizadores prévios são úteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como “pontes cognitivas”.

Para isso, realizei uma atividade prática, solicitando que cada aluno trouxesse uma folha de qualquer árvore. No dia da atividade, entreguei-lhes uma folha quadriculada e pedi que desenhassem a que haviam trazido (Figura 26). De forma sintética, “tiraram o molde da folha”, deitando-a sobre o papel quadriculado. Após finalizarem o desenho, fiz-lhes alguns questionamentos:

1) E agora, como vocês poderiam encontrar a área desta figura?

No quadro 2¹⁹, apresento algumas respostas dos alunos.

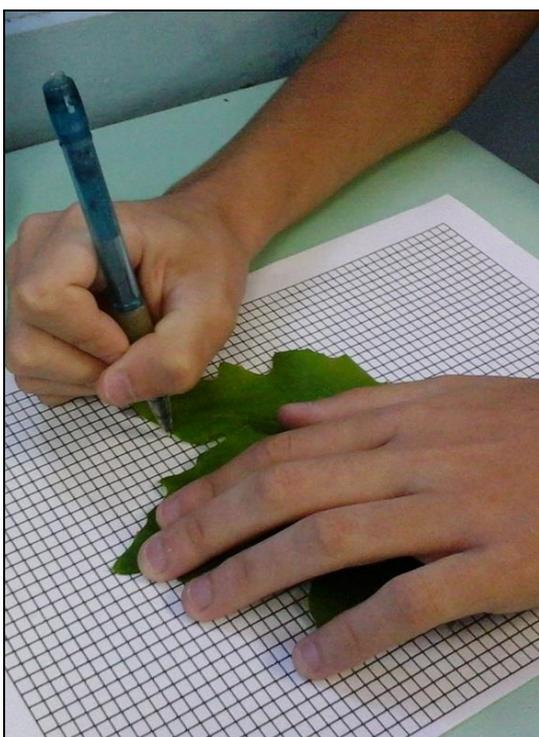
¹⁹ Apresento os diálogos e comentários dos alunos por meio de quadros.

Quadro 2 – Respostas dos alunos para questão 1 do Organizador Prévio

Aluno	Resposta
C	<i>Profe, se contarmos todos os quadradinhos, vamos saber o valor da área.</i>
D	<i>Posso pensar que cada quadradinho é 1cm^2, então, se eu contar todos os quadrinhos e mais os pedacinhos ao redor, vou achar a área.</i>
B	<i>Mas como vou fazer com os quadrinhos que não estão cheios?</i>
F	<i>Respondeu à pergunta de B: você junta com outro quadrinho que também não está completo.</i>
C	<i>Só que não vamos achar o valor exato, só aproximado.</i>
B	<i>Profe, mas eu também poderia dividir a folha em outras figuras, como triângulos, retângulos, quadrados. Achar a área de cada um e depois somar.</i>
Eu	<i>Quer dizer que se somarmos todos os quadradinhos que formam a figura, teremos o valor da área?</i>
Turma	<i>Sim.</i>

Fonte: Autor da pesquisa, 2015

Figura 26 – Desenho da folha, atividade organizador prévio



Fonte: Autor da Pesquisa, 2015

Assim, solicitei que cada um encontrasse a área da sua figura. No momento em que percebi que finalizaram a atividade e que haviam encontrado a área, lancei a pergunta 2.

2) E como poderíamos proceder para encontrarmos o perímetro das folhas?

No quadro 3, exponho as respostas.

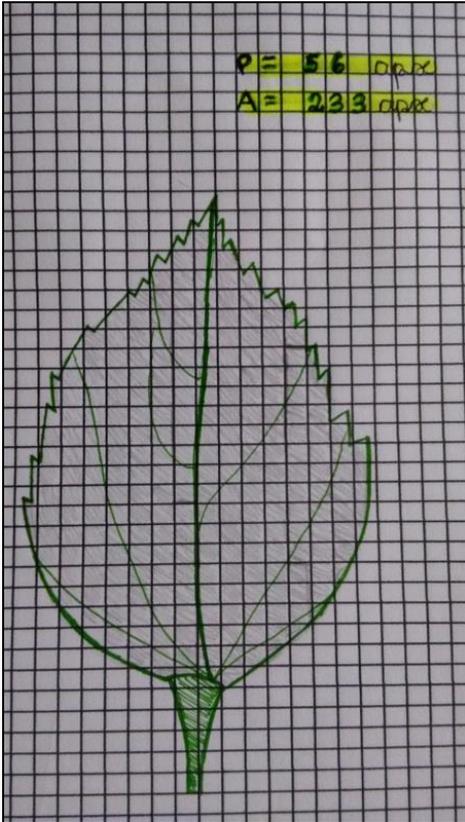
Quadro 3 – Respostas dos alunos para questão 2 do Organizador Prévio

Aluno	Respostas
A	<i>Para o perímetro, temos que somar os lados, mas na folha não temos como fazer isso, porque é toda irregular.</i>
G	<i>Tem sim, se cada quadrinho tem 1cm, então vamos seguindo a folha e a cada quadrinho somamos mais 1cm.</i>
A	<i>Mas, às vezes, o traço corta o quadrinho.</i>
G	<i>Mas aí tu olha o tamanho a verifica se é mais ou menos a altura do quadrinho, senão vai somando pedaços.</i>

Fonte: Autor da pesquisa, 2015

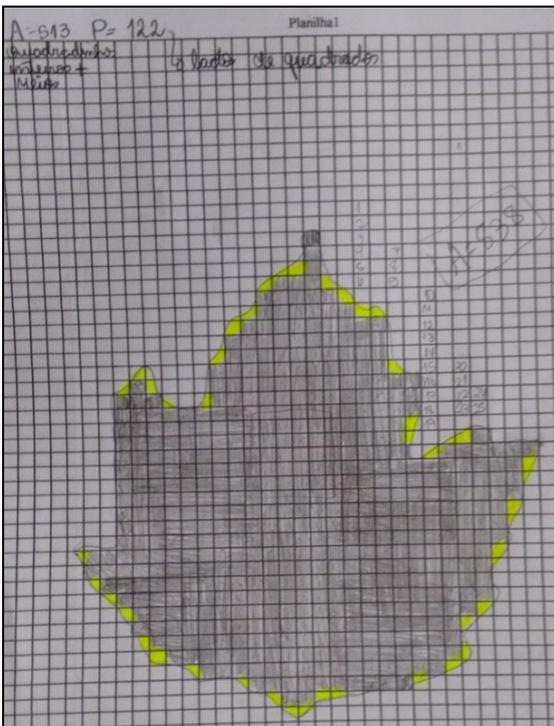
Sucederam-se, assim, várias discussões, que contaram com a participação da maioria dos alunos. Em seguida, comentei: “*então, quer dizer que, se medirmos o contorno da folha, teremos o valor do perímetro da folha e, caso somarmos os quadradinhos internos da folha, teremos o valor da área*”. Em coro, responderam: “*sim*”. Após o debate, começaram a pintar, riscar os quadradinhos para então calcular. Nas Figuras 27 e 28, é possível observar algumas soluções. A predisposição da turma em aprender era perceptível, tamanho o entusiasmo com que realizavam as atividades. Inclusive, alguns formaram grupos visando à ajuda mútua.

Figura 27 – Resultado da atividade do organizador prévio da aluna G



Fonte: Autor da pesquisa, 2015

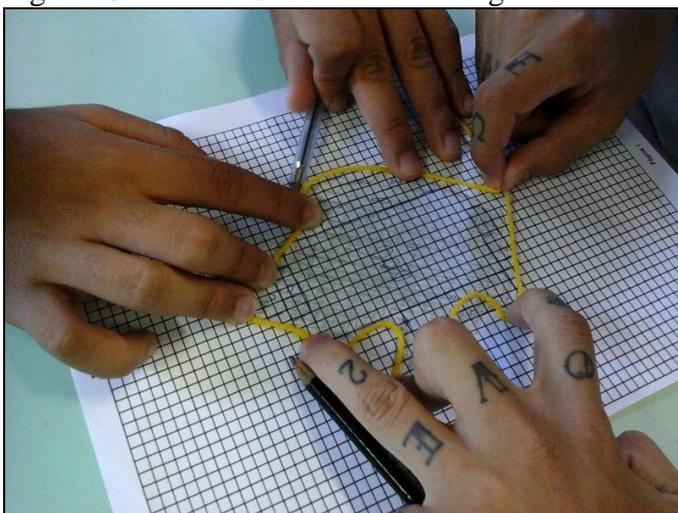
Figura 28 – Resultado da atividade do organizador prévio da aluna E



Fonte: Autor da pesquisa, 2015

Durante a realização da atividade, a aluna C perguntou se alguém havia trazido barbante, pois tencionava contornar a figura e, posteriormente, medi-lo com a régua e assim encontrar o perímetro. Isso fez com que outros alunos concluíssem que esta poderia ser mais uma maneira de achá-lo. Como ninguém se manifestou, coube a mim providenciar o barbante, e, assim, cinco alunos decidiram usá-lo para medir o perímetro. Eles se auxiliavam e contornavam a figura em duplas, o que facilitou a sua colocação (Figura 29).

Figura 29 – Aluno C contornando a figura da atividade do organizador prévio



Fonte: Autor da pesquisa, 2015

Finda a atividade, comentamos os resultados encontrados. Cada aluno teve a oportunidade de mostrar a sua folha e informar os valores do perímetro e área. Nesse momento, aproveitei para enfatizar a importância da colocação da unidade de medida utilizada nos resultados, haja vista que, durante a realização do pré-teste, percebi que não costumavam fazê-lo.

Após o término da tarefa que envolvia o cálculo da área e do perímetro de figuras irregulares, senti crescer a predisposição da turma para realizar as atividades de intervenção. Almeida e Costacurta (2010, p. 19) enfatizam que a utilização de diferentes materiais, atividades, métodos de ensino vêm ao encontro da aprendizagem do aluno. Os autores destacam também que precisamos realizar autoquestionamentos, tais como: “O que ele [aluno] gosta? Como ele aprende melhor? Que atividades eu poderia utilizar para trabalhar determinado conteúdo da geometria?” Assim, essa atividade, como as demais presentes nesta pesquisa, tem como objetivo a utilização de materiais que contemplem o dia a dia do aluno e que possam auxiliá-lo em sua predisposição em aprender.

Com a obtenção desses resultados, percebi que subsunçores antigos foram ampliados durante realização da atividade utilizada como organizadora dos conhecimentos prévios. Ausubel (2003, p. 66) afirma que

A função do organizador é proporcionar um suporte (ancoragem) ideário para a incorporação e retenção estáveis do material mais pormenorizado e diferenciado que resulta da situação de aprendizagem, bem como aumentar a capacidade de discriminação entre esta situação e as ideias ancoradas relevantes da estrutura cognitiva. O organizador deve não só estar explicitamente relacionado com a situação de aprendizagem mais específica resultante, como também (para ser apreensível e estável) ser relacional com as ideias relevantes da estrutura cognitiva e levá-las em linha de conta.

Muitas vezes por meio do organizador prévio o aluno inicia a ancoragem de ideias relevantes à estrutura cognitiva. Esta atividade foi bem recebida pelos alunos, auxiliando-os na predisposição em iniciar as atividades com o RoboMat. Ao final do encontro, alguns alunos perguntaram quando começaríamos a trabalhar com os robôs, já que desejavam programá-los imediatamente, numa demonstração do quanto estavam ansiosos. Ao se inteirar com materiais potencialmente significativos, o estudante, com frequência, manifesta predisposição em aprender. A ansiedade por utilizar tais recursos possibilita a aquisição de novos conceitos, subsunçores necessários à aprendizagem significativa. Nas palavras de Moreira (s/d, texto digital),

A aprendizagem significativa se caracteriza basicamente pela interação entre novos conhecimentos e aqueles especificamente relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Para isso, em sala de aula, o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender e os materiais educativos devem ser potencialmente significativos. Contudo, tais condições são necessárias, mas não suficientes. É preciso levar em conta que a aprendizagem não pode ser pensada isoladamente de outros lugares comuns do fenômeno educativo como o currículo, o ensino e o meio social. Mas não só esses.

Aproveitando a predisposição dos alunos, foi realizada a intervenção pedagógica que descrevo na próxima seção. Nesta, apresento o desenvolvimento das atividades durante a intervenção pedagógica, sendo estas aplicadas durante duas semanas e contaram com uma participação expressiva dos alunos.

4.5 Análise das construções envolvendo ângulos, áreas e perímetros de figuras geométricas planas

Nesta seção, descrevo a análise das atividades realizadas envolvendo ângulos, áreas e perímetros de figuras geométricas planas regulares e irregulares. A seção está dividida em

quatro subseções: Ângulos com o uso do RoboMat, Cálculo de área e perímetro de triângulos, Cálculo de área e perímetro de trapézios e Cálculos de áreas e perímetros de figuras irregulares.

Na subseção abaixo, apresento a análise das atividades relacionadas a ângulos de figuras geométricas planas com a utilização do RoboMat.

4.5.1 Ângulos com o uso do RoboMat

Nesse encontro, as tarefas envolveram ângulos com o uso do RoboMat. Primeiramente, fiz uma demonstração com o RoboMat e *datashow*, evidenciando a programação de algumas medidas de ângulos. As atividades logo despertaram o interesse dos alunos, cujo pedido foi: “*prof, deixa nós fazer*”. Para iniciá-las, solicitei que formassem quatro grupos, identificados como 1,2, 3 e 4, e, a cada um, entreguei um robô. A princípio, a intenção era dividir a turma em cinco grupos, mas, na véspera da intervenção, um dispositivo de um dos robôs apresentou problemas, não sendo possível a reposição da peça, pois ela levaria algumas semanas para chegar.

Por saber da importância da troca de informações e conhecimento entre os estudantes, nesta intervenção, optei por desenvolver as atividades em grupo, favorecendo assim a colaboração e cooperação entre os sujeitos.

As atividades colaborativas, presenciais ou virtuais, em pequenos grupos têm grande potencial para facilitar a aprendizagem significativa porque viabilizam o intercâmbio, a negociação de significados, e colocam o professor na posição de mediador. Mas isso não significa que uma aula expositiva clássica não possa facilitar a aprendizagem significativa. É bem verdade que o ensino expositivo tradicional normalmente promove a aprendizagem mecânica [...] (MOREIRA, 2012, texto digital).

Moreira (2012) menciona a importância das atividades em grupo, como sendo um potencial para auxiliar na aprendizagem significativa, logo, para auxiliá-los nas atividades, entreguei para cada grupo um *kit* contendo régua, transferidor, quadro branco de 50cm x 50cm, lápis, marcador de quadro branco e pano para apagar as figuras desenhadas no referido quadro. Esse material, assim como os robôs, sempre permaneceu no laboratório de informática da escola. Assim, a cada encontro, ele estava disponível aos participantes da investigação.

Os grupos, imediatamente, acionaram os robôs, conectaram-nos em seus computadores e, juntos, realizamos alguns testes, utilizando o S4A. O objetivo era conhecer o novo material que seria por eles utilizado - os robôs. Ausubel (2003, p. 58) afirma que

O material de aprendizagem já significativo pode, como é óbvio, ser apreendido como tal e reagir de forma significativa; mas o material não pode, de forma alguma, constituir uma *tarefa de aprendizagem significativa* considerando que o próprio termo ‘significativo’ indica que o objecto da aprendizagem se consumava previamente.

Sendo assim, com o material de aprendizagem potencialmente significativo e os estudantes predispostos em aprender, solicitei que programassem o RoboMat, visando mostrar os seguintes ângulos: 35°, 45°, 60°, 90°, 100°, 145° e 180°. Após dialogarem, os grupos começaram a realização de testes. Alguns programaram um ângulo e o executaram; enquanto outros colocaram tudo em um mesmo programa e deixaram para o final a execução. O fato pode ser visualizado na Figura 30, na qual aparece a programação do Grupo 1.

Figura 30 – Programação no S4A, testando ângulos



Fonte: Autor da pesquisa, 2015

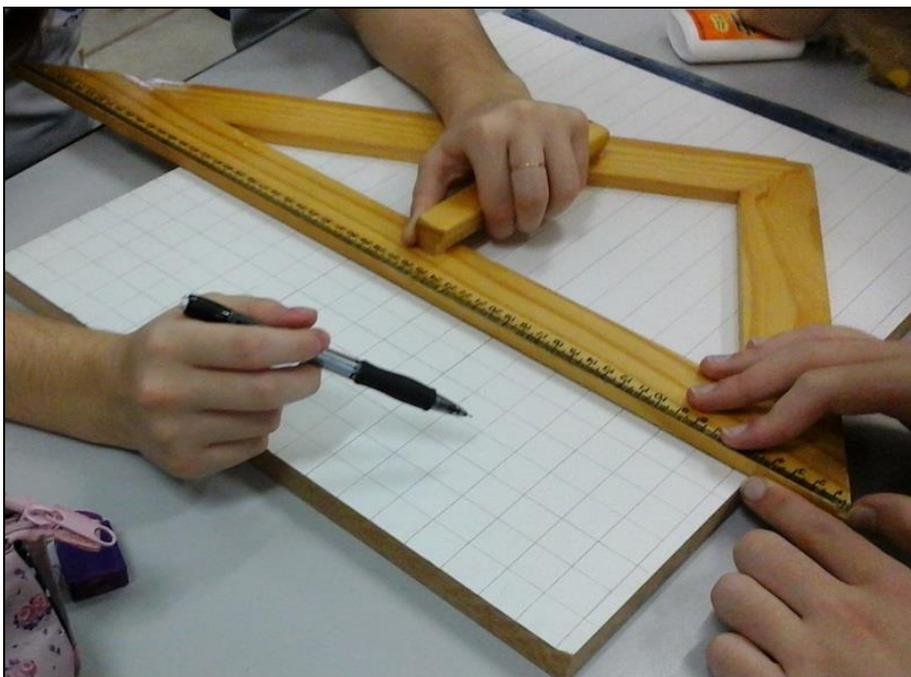
Após testarem os ângulos, os discentes iniciaram uma discussão para identificar as dificuldades em relação à programação dos robôs, ou seja, se o resultado da atividade ocorreu de acordo com o planejado e as medidas mostradas por eles estariam em consonância com as dos ângulos. Com o auxílio do transferidor, mediam os ângulos desenhados na malha. Dessa forma, conferiam se o ângulo feito pelo robô estava conforme o da figura. Esse exercício também era uma forma de reconhecimento da medida dos ângulos. Todos confirmaram que conseguiram programar os ângulos e que as medidas destes estavam corretas.

No pré-teste, identifiquei a presença de subsunçores referentes a ângulos. Mesmo assim, entendi ser relevante realizar essa atividade, haja vista a necessidade de os discentes programarem os robôs e, posteriormente, desenharem figuras geométricas. Logo, os subsunçores sobre os ângulos seriam essenciais. Embora tais subsunçores já estivessem presentes na estrutura cognitiva do aprendiz, a repetição destes tornam os aspectos de cognição resumidos, fazendo com que o estudante aprenda imediatamente. O fato pode ser confirmado pelas palavras de Ausubel (2003, p. 125).

Antes disto, os aspectos processuais da cognição incluem a determinação dos subsunçores mais relevantes (ideias ancoradas) na estrutura cognitiva; a natureza da interacção dos últimos com as respectivas ideias no material de instrução; e a reacção de atitude e afectiva em relação aos novos significados emergentes. Geralmente, após várias repetições, estes aspectos componentes da cognição tornam-se resumidos e o aprendiz apreende imediatamente (mais em termos perceptuais do que cognitivos) o que a palavra, expressão, frase ou parágrafo significam, simplesmente porque já apreendera, anteriormente, o significado dos mesmos (mas não há tanto tempo a ponto de o esquecer) e já não necessita de o apreender novamente quando o encontrar no futuro.

Desta forma, nesse encontro, convoquei os alunos a desenharem no quadro branco uma malha de 4cm^2 (Figura 31), com auxílio da régua e lápis. Sobre ela, foram desenhadas as figuras geométricas dos encontros seguintes.

Figura 31 – Desenhando a malha no quadro branco



Fonte: Autor da pesquisa, 2015

No dia seguinte, terminamos as malhas e, em seguida, os alunos realizaram, em grupos, formados pelos mesmos alunos do primeiro encontro, a atividade abaixo descrita:

- Desenhar a figura com o RoboMat, seguindo a orientação: Trace uma linha de 4cm, vire 120° para esquerda, ande mais 4cm e vire novamente à esquerda. Por fim, ande mais 4cm. Que geométrica se formou? (Apêndice G).

No início, a turma se deparou com dificuldades, pois surgiram comentários, tais como: “*por onde vamos começar?*” “*Mas isso não vai dar certo?*” “*Vamos começar tentando programar conforme o enunciado, vamos ver o que vai dar!*” Alguns alunos demoraram um pouco para iniciar a atividade, mas, após trocarem ideias em seus grupos e incentivarem um ao outro, mostraram-se predispostos a começar.

Para resolver essa atividade, era preciso que os estudantes tivessem noção sobre conversão de medidas de tempo para centímetros (Apêndice G), haja vista a necessidade de o robô ser programado em tempo (segundos) para andar determinados centímetros. Em vista disso, foram realizadas atividades conforme Apêndice G, para poderem discernir quantos segundos teriam que programar para andar os 4cm pedidos.

Atividades realizadas:

- Programar o RoboMat para andar 5 segundos e depois medir quantos centímetros ele andou em 5 segundos.

Essa atividade foi realizada em conjunto. Com o auxílio do *Datashow*, projetei a programação que o grupo 2 ia fazendo e, dessa forma, discutíamos todos os resultados apresentados. Nem todos os grupos apresentaram a mesma medida em cinco segundos, pois os carrinhos não andavam na mesma velocidade. Tal fato tornou-se interessante, pois isso os levou a interagirem com os robôs das demais equipes, programá-los e verificar o quanto andavam nesses cinco segundos.

- Programar o RoboMat para andar 8 segundos, girar 90° e andar mais 5 segundos. Cada grupo deverá informar a soma das retas traçadas pelo RoboMat.

- Programar o RoboMat para andar 8 segundos. Após traçar a reta, cada grupo deverá informar o tempo que o RoboMat levou para traçar a mesma.

Maggi (2002), em sua pesquisa, menciona que

A matemática implícita no trabalho com o LOGO pode ser notada quando a criança faz avaliações numéricas de distâncias, medidas em passos de tartaruga; quando faz previsões de ângulos e giros da tartaruga na tela do computador; quando procura elementos específicos nas figuras geométricas que desenha na tela e também quando a criança está elaborando estratégias de resolução e redigindo comandos para a tartaruga.

Embora Maggi (2002) tenha utilizado o LOGO, e esta pesquisa, o SSA e a robótica, o funcionamento, a forma de pensar de se expressar por meio de programação foram as mesmas. As atividades foram realizadas em conjunto. Todos os grupos, enquanto narravam, programavam os seus resultados, tornando sua amostra possível com o auxílio do *Datashow*.

Em seguida, os alunos passaram a desenvolver a atividade do Apêndice G. Em poucos minutos, conseguiram resolvê-la e mostrar os resultados. Segundo eles, a figura formada era um triângulo. Percebi que apreciaram a atividade, já que perguntaram se poderiam realizar mais alguns testes. Sua motivação continuou e manifestaram o desejo de criarem mais alguns exemplos com outras medidas. Como ainda restavam quinze minutos, dirigiram-se ao laboratório com a intenção de terem mais uma aula. Entretanto, isso não foi possível, pois este já estava agendado para outra turma e, ademais, eles também teriam aula com outro professor naquele período.

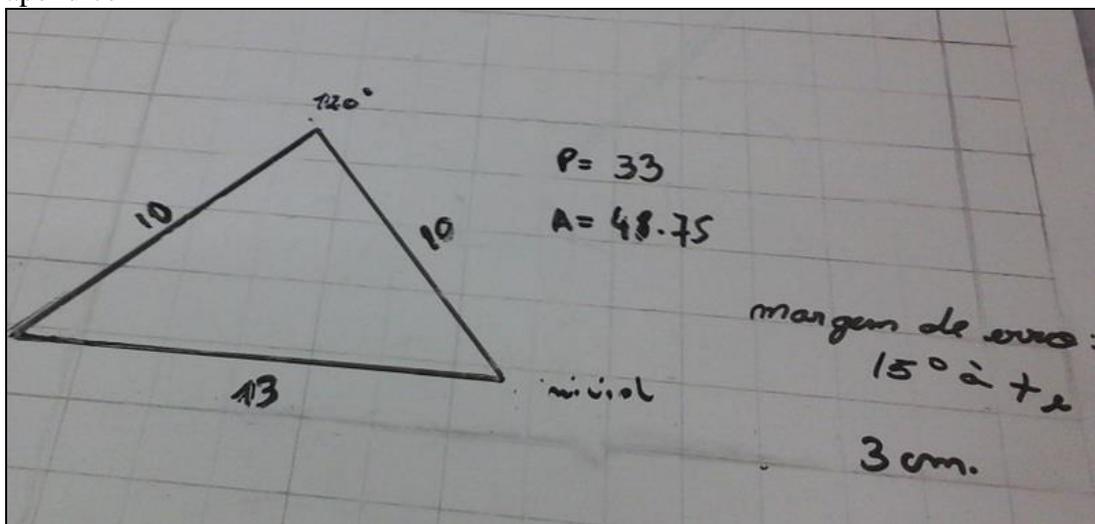
Na próxima subseção, apresento as atividades realizadas com figuras geométricas regulares planas, cálculos de áreas e perímetro de triângulos.

4.5.2 Cálculo de área e perímetro de triângulos

Com o auxílio do RoboMat e do *software S4A*, os alunos desenharem um triângulo no quadro branco com malha. Em seguida, mostraram os ângulos utilizados, a área e o perímetro dos triângulos. Como cada grupo desenhou um triângulo com dimensões diferentes, o mesmo ocorreu com valores dos ângulos, áreas e perímetros. Após o desenho e os cálculos, cada equipe, com o auxílio do *Datashow*, mostrou a sua solução. Na Figura 32, é possível observar

a solução do grupo 4. Para encontrar os valores, seus componentes afirmaram ter somado os quadrinhos, sendo que cada um teria 4cm^2 .

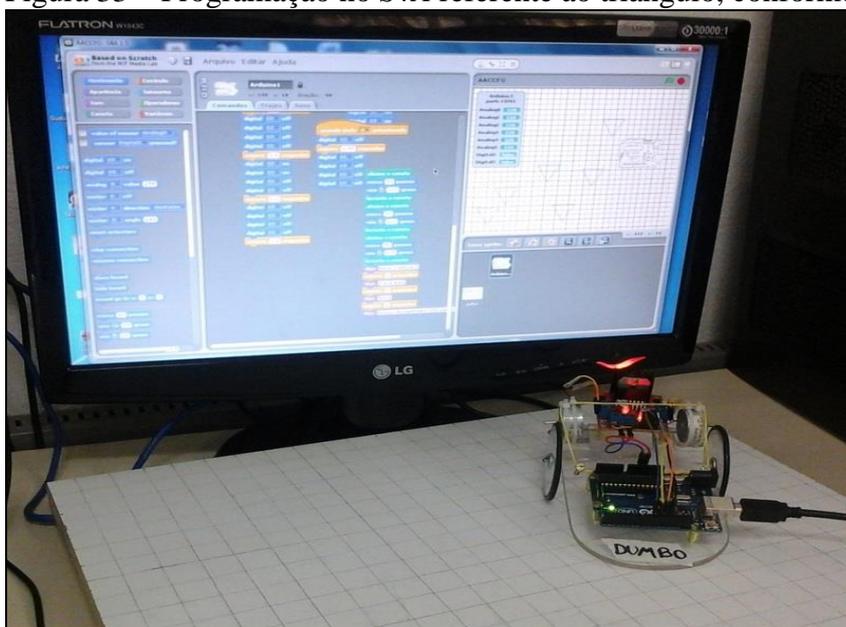
Figura 32 – Desenho do Triângulo com auxílio do RoboMat, conforme atividade aula 6, apêndice I



Fonte: Autor da pesquisa, 2015

A aluna **A**, que era integrante de outro grupo, declarou: “Nós não fizemos cálculo da área assim. A gente usou a fórmula $A = \frac{\text{base} \times \text{altura}}{2}$ ”. Imediatamente, outros discentes se manifestaram, afirmando que haviam encontrado a área por meio da fórmula. A turma realizou vários testes com a utilização do S4A para desenhar o triângulo nas medidas que o grupo escolheu. Na Figura 33, é possível ver a programação do grupo 3 fazendo os testes.

Figura 33 – Programação no S4A referente ao triângulo, conforme atividade aula 6, apêndice I



Fonte: Autor da pesquisa, 2015

Os alunos apresentaram também os ângulos utilizados e alguns disseram que estava sendo agradável trabalhar dessa maneira e com esse material, pois exigia muitos cálculos, principalmente na parte de ângulos. A aluna F assim se pronunciou:

Nossa, nunca calculei tanto, pois agora preciso pensar no ângulo interno e externo, isto porque o carrinho precisa girar para daí começar a desenhar. Este giro é um ângulo que a gente nunca pensava. Assim é aprender matemática!!. Matemática na prática é bem melhor.

Essa observação nos remete a Papert (1986, p. 84):

Não é necessário usar o computador para desenhar um triângulo ou um quadrado. Papel e lápis bastariam. Mas quando esses programas são elaborados, tornam-se módulos que possibilitarão à criança criar hierarquias de conhecimento. Importantes habilidades intelectuais são desenvolvidas durante o processo [...].

Nessa aula, os alunos utilizaram o transferidor, pois, a cada teste que realizavam, mediam e conferiam o ângulo. Senti que estavam ansiosos por encontrar os resultados; inclusive, parecia haver uma competição entre os grupos. Cada um deles desejava acabar antes e, além disso, ter a melhor apresentação. Foi importante o envolvimento de todos os seus integrantes, pois, enquanto realizavam as atividades, ocorria a troca de conhecimento, embora a participação do grupo 2 tenha sido menor que a dos demais. Seus componentes fizeram a programação no S4A, apresentando os resultados na tela do computador, porém mostraram algumas dificuldades ao programar o RoboMat. O certo é que lhes faltou determinação, pois logo declararam que era muito difícil e que não teriam paciência para fazer a programação.

Mas é válido lembrar que, dos quatro integrantes do citado grupo, três já estavam reprovados. Várias vezes os procurei na tentativa de motivá-los, mas as justificativas eram sempre as mesmas: *“não sabemos fazer, este é um jeito muito bom de aprender matemática, uma pena que, na aula de matemática, não foi usado isso, talvez teríamos aprendido”*. E assim apresentaram a programação do desenho do triângulo e os resultados da área e perímetro. Haja vista que, no S4A, utilizaram como fundo de tela uma malha quadriculada, realizaram a soma dos quadrinhos para encontrar a área e perímetro.

Após a apresentação de todos os grupos, analisamos os resultados e conversamos sobre as dificuldades encontradas. Entretanto, eles não estavam dispostos a comentar suas apresentações; seu interesse era saber o que fariam no encontro seguinte. Sua animação era

evidente, além de um enorme desejo de mostrar aos colegas de outras turmas o que estavam fazendo. O uso dos robôs aumenta a motivação dos alunos,

Os robôs, dispositivos que executam ações próprias dos seres humanos, aumentam a motivação dos alunos para aprender conteúdos curriculares. Eles também podem ajudar a enxergar melhor conceitos abstratos de, por exemplo, física e matemática (ZILLI, 2011, texto digital).

Na próxima subseção, apresento as atividades realizadas com trapézios. Nestas, os alunos utilizaram os recursos da robótica e linguagem de programação *S4A* para encontrar uma forma de calcular áreas e perímetros de trapézios.

4.5.3 Cálculo de área e perímetro de trapézios

Como nos dias anteriores, os alunos chegaram animados à aula, dispostos em iniciá-la no mesmo instante. "Profe, o que vamos fazer hoje?", indagavam insistentemente. Mas, aos poucos, foram se acomodando, organizando os grupos e seus materiais. Passados alguns minutos, perguntei-lhes se lembravam a programação do encontro anterior – o que haviam feito, as dificuldades com as quais se depararam. Em seguida, comuniquei-lhes que, nesse dia, trabalharíamos com trapézios.

O comunicado gerou, por parte dos estudantes, comentários e questionamentos sobre a forma como poderiam desenhar um trapézio com o RoboMat. Por meio do *Datashow*, mostrei-lhes o tipo com o qual trabalharíamos (Apêndice J) e lancei algumas perguntas, tais como: *que figura é essa? Quais os ângulos utilizados neste trapézio? Como vocês devem proceder para calcular a área e o perímetro deste trapézio?* Abaixo, no quadro 4, encontram-se algumas respostas.

Quadro 4 - Respostas dos alunos referente aos questionamentos sobre trapézios

Alunos	Respostas
F	<i>Na figura tem ângulos de 90°, 37° que está sendo mostrado e 53°.</i>
H	<i>Para fazer os cálculos, podemos dividir em retângulo e triângulo.</i>
G	<i>Mas também podemos usar a fórmula do trapézio.</i>
H	<i>Mesmo assim não vamos saber o perímetro exato, só aproximado.</i>

Fonte: Autor da pesquisa, 2015

Com essas colocações, concluí que os alunos possuíam os subsunçores necessários à realização dessa atividade. Ciente disso, solicitei que tentassem programar o RoboMat para desenhar a figura no quadro branco e, em seguida, encontrassem os valores da área e do perímetro. Ao final, teriam que programar tudo isso no *S4A* e, assim, desenvolveriam os cálculos e apresentariam os resultados. Dessa forma, isto é, por meio da programação e robótica, eles saíram do tradicional e passaram a utilizar recursos voltados à aprendizagem significativa. Para Maggi (2002, p. 73),

O ensino da geometria nas séries iniciais do ensino fundamental tem ocorrido de forma tradicional na maioria das escolas tanto públicas como particulares. Por forma tradicional de ensino entende-se aquela maneira de ensinar geometria em que o centro das atividades se concentra na transmissão de informação, com pouca importância dada para a construção do conhecimento matemático por parte do aluno.

Com a utilização de recursos inovadores, cada grupo realizou a atividade proposta com o uso do RoboMat. Os integrantes do 1 finalizaram rapidamente o desenho da figura com o RoboMat e calcularam a área e o perímetro. Entretanto, não desenharam a figura nas dimensões solicitadas no quadro branco; apenas um trapézio. No *S4A*, determinaram a área e o perímetro conforme as dimensões da figura desenhada no quadro branco. Para encontrar os resultados, dividiram-na em retângulo e triângulo, mediram-lhe a área e posteriormente, somaram.

O grupo 2 iniciou os trabalhos com todos os componentes envolvidos, mas, no 2º período, os alunos **D** e **J** desistiram e foram jogar em outros dois computadores. Ao serem por mim questionados, declararam: “*não soubemos fazer isso, é muito difícil*”. **J** acrescentou: “*eu não sei nada de matemática*”. Conforme citei anteriormente, ambos já haviam sido reprovados e, além disso, enfrentavam problemas de indisciplina, sendo encaminhados à direção várias vezes por semana. Os demais continuaram as tarefas, porém com dificuldade na programação do RoboMat. Até o final da aula, conseguiram realizar a programação no *S4A*, encontrando os valores da área e do perímetro com o emprego da seguinte lógica: dividiram o trapézio em duas figuras (retângulo e triângulo), encontraram a área de cada um e depois somaram.

O grupo 3 levou mais tempo para concluir, pois, primeiramente, em conjunto, fizeram todos os cálculos de quanto o motor deveria andar, para depois desenhar o trapézio exatamente nas medidas solicitadas. A demora em realizar o exercício deveu-se ao fato de o motor andar em segundos e, dependendo do tempo, é o tamanho do traço e/ou ângulo. Após vários testes e cálculos, construíram o desenho com o auxílio do RoboMat, o que os levou a

comemorar com entusiasmo. Em seguida, no *S4A*, fizeram a programação para desenhar o trapézio na tela, calcular e informar o valor da área e do perímetro.

Alguns comentários dos alunos (Quadro 5) durante as atividades:

Quadro 5 – Comentários dos alunos durante as atividades com o RoboMat

F	<i>Matemática na prática é muito melhor.</i>
B	<i>Sair dos livros e trabalhar na prática é muito melhor.</i>
C	<i>Nunca calculei tanto.</i>
G	<i>É muito bom trabalhar com este Robozinho.</i>

Fonte: Autor da pesquisa, 2015

Nesse dia, alguns alunos solicitaram permissão para fotografar suas atividades e também postá-las no *Facebook*²⁰. Ao serem atendidos, imediatamente, colocaram-nas na rede, demonstrando o quanto estavam orgulhosos pelo que haviam programado (Figura 34). Como comentário, escreveram: “*matemática na prática é bem melhor*”.

Utilizar os recursos tecnológicos também é função da escola, pois seu papel é preparar os estudantes para a vida. Pirola (2010, p. 218) afirma que

A escola tem a missão de preparar o indivíduo para a vida e sente a responsabilidade de não fechar os olhos para a realidade, que muito dependerá de como ela atende e operacionaliza a educação tecnológica, para que esta venha a contribuir para a aprendizagem e a construção do conhecimento.

²⁰ O *Facebook* é uma rede social que permite conversar com amigos e compartilhar mensagens, links, vídeos e fotografias. A ferramenta foi criada em 2004 pelos americanos Mark Zuckerberg, Dustin Moskovitz, Chris Hufghes e pelo brasileiro Eduardo Saverin. Disponível em: <http://revistaescola.abril.com.br/formacao/formacao-continuada/como-funciona-facebook-624752.shtml>.

Figura 34 – Postagem no *facebook* do trapézio desenho com o auxílio do RoboMat



Fonte: Autor da pesquisa, 2015

O grupo 4 teve um pouco mais de dificuldade para encontrar uma forma de calcular a área e o perímetro da figura. Seus componentes desenharam a figura com o uso do RoboMat e também na tela do computador com o auxílio do *S4A*. “*Como se calcula?*”; “*Não sei que fórmula usar!*”, foram alguns dos questionamentos. Nesse instante, uma das integrantes do grupo, aluna **I**, sugeriu: “*Vamos contar os quadrinhos*”, com o que concordaram os demais. Dessa forma, descobriram o valor da área e do perímetro.

Ao verificar a programação desse grupo, percebi que aparecia 7×8 no cálculo da área. O fato levou-me a perguntar-lhe: o que significa este 7×8 ? Apesar das explicações, minhas dúvidas continuaram. Assim, continuei a questioná-lo de outras formas até que um dos componentes declarou: “*Profe, a gente só queria colocar uma fórmula. Na verdade, contamos os quadrinhos e descobrimos que dá 56. Aí pegamos dois números, que multiplicados dão este valor*”. Em conjunto, conferimos o valor, repetindo a contagem. Logo perceberam que nela estava o erro: cada quadradinho era 0,5 cm e não 1. Ajustaram a programação e

informaram o valor correto.

Facco (2003), em sua pesquisa, menciona que muitos alunos apresentam dificuldades em calcular a área e o perímetro de figuras, inclusive em diferenciá-los. Acrescenta que, por esse motivo, o processo de ensino e aprendizagem pode ser prejudicado, principalmente se houver pouca argumentação, análise e discussão por parte do professor.

A citação do referido autor e a observação dos trabalhos dos alunos foram decisivos para eu perceber que a análise, discussão e argumentação por parte do professor é fundamental. O grupo 2, cujos alunos, inicialmente, não demonstravam predisposição para realizar as tarefas - dois deles abandonaram o grupo -, após o nosso diálogo, os demais componentes passaram a se interessar e realizar a atividade proposta.

Após o término dessa atividade percebi um entusiasmo maior da turma em trabalhar a matemática por meio da robótica. Alguns discentes perguntaram se poderiam trabalhar com os robôs em outros horários, pois estavam achando muito interessante programá-los. Sugerí-lhes o turno da tarde.

Os integrantes do grupo 1 propuseram a elaboração de um projeto com o uso da robótica e matemática e inscrevê-lo na MOSTRATEC e Feira de Ciências da Univates. Prontamente, concordei com a ideia, colocando que poderíamos nos reunir para organizá-lo.

Na próxima subseção, apresento as atividades realizadas com figuras geométricas planas irregulares. Inicialmente, com uma figura mais simples para depois analisarmos as mais complexas. Alguns alunos sentiram dificuldades para resolver esse tipo de questão no pré-teste, por isso foi necessário o organizador prévio já anteriormente descrito.

4.5.4 Cálculos de áreas e perímetros de figuras irregulares

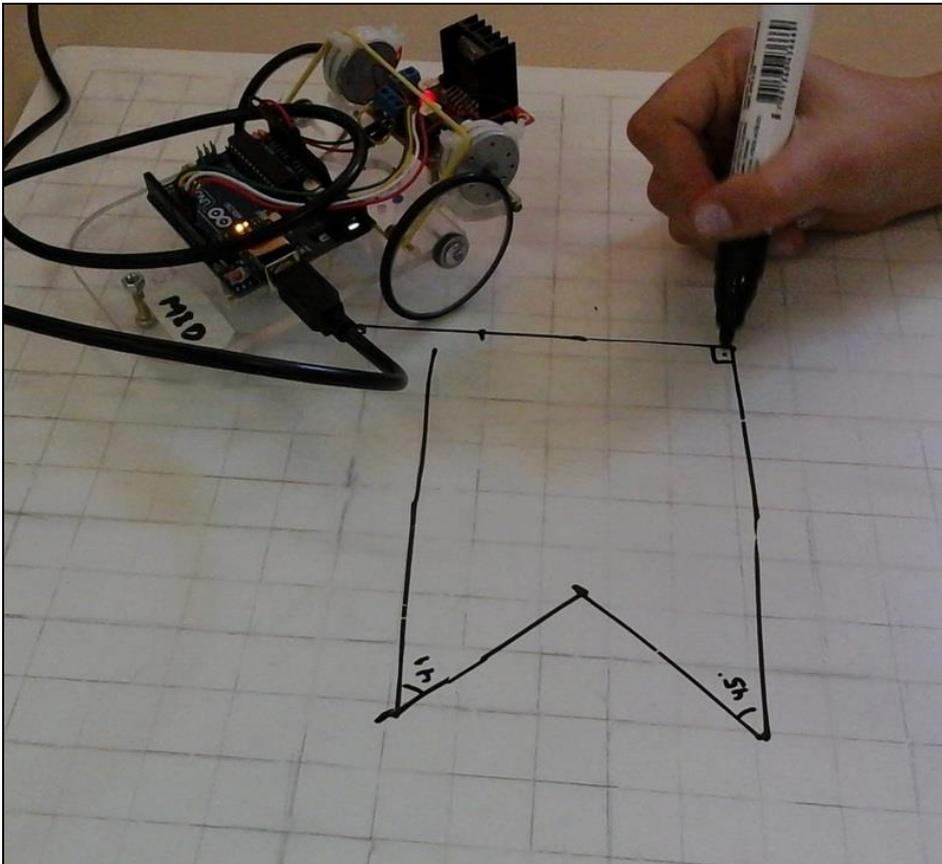
Nesta subseção, apresento as atividades envolvendo cálculos de áreas e perímetros de figuras irregulares, desenvolvidas com o auxílio dos robôs e do *S4A*. Novamente, os alunos manifestaram sua curiosidade em saber que tarefas realizaríamos, pois, segundo eles, era muito interessante trabalhar com a programação dos robôs, poder aprender os conteúdos da Matemática de forma prática, sair dos livros e do papel.

Para iniciar as atividades desse encontro, projetei a bandeirinha, conforme Apêndice L,

com o auxílio do *Datashow* e comentei com a turma a figura que estava sendo esboçada. Ao serem questionados sobre o que estavam visualizando, alguns responderam que se tratava de uma bandeirinha. O aluno L afirmou que via um retângulo e dois triângulos. Segundo A, se olhássemos por esse lado, poderíamos também afirmar que seriam dois trapézios. À medida que seguíamos com o diálogo, diferentes respostas surgiam.

Em seguida, solicitei que desenhassem a figura com o auxílio do RoboMat (Figura 35) no quadro branco sob a malha. A programação exigiu deles um tempo significativo, haja vista a necessidade de calcularem os ângulos para depois programarem o RoboMat utilizando o S4A.

Figura 35 – Desenho da Bandeirinha (Apêndice H)



Fonte: Autor da pesquisa, 2015

Os integrantes do grupo 1 logo conseguiram desenhar a bandeirinha e iniciar o trabalho para encontrar o valor da área e do perímetro. Para isto, dividiram a figura em três partes, sendo dois triângulos e um retângulo. Calcularam a área de cada figura separadamente e, em seguida, somaram-nas. Para calcular o perímetro, utilizaram uma régua e mediram o contorno da figura.

O grupo 3 precisou de um tempo maior devido à demora em encontrar os ângulos e programar o RoboMat. Seus componentes desenharam a figura por meio do RoboMat e depois somaram todos os quadrinhos, levando em conta que cada um possuía 4cm^2 . Usaram o mesmo procedimento para calcular o valor do perímetro, considerando que cada um tinha 2cm de lado.

O grupo 2 utilizou o *S4A* e, para desenhar a bandeirinha, programou-a primeiro no *Scratch*; a partir disso, contou os quadrinhos da malha do *Scratch* e, ao somá-los, encontrou o valor da área e do perímetro. Seus componentes não fizeram o desenho com o RoboMat, pois mencionaram não terem paciência suficiente para programar o robô, o que os levou a prontamente desistir. Já o grupo 4 faltou e realizou a atividade no dia seguinte. Seus integrantes também encontraram os valores fazendo a soma dos quadrinhos.

Para resolver a atividade, os alunos, com o auxílio do transferidor, foram calculando os ângulos. Os grupos 2 e 4 tiveram mais dificuldade de encontrar o ângulo central, pois o motor precisava girar os graus externos para então formar a figura. A atividade foi relevante para eles, pois tiveram que observar os ângulos internos e externos.

Para a realização dessa atividade, os grupos podiam escolher o tamanho da bandeirinha. Após o término, sentamos em círculo e cada um deles mostrou a figura e também explicou como tinha encontrado o resultado do perímetro e da área. O que não fez o desenho no quadro expôs a programação na tela do computador, feita com o auxílio do *software S4A*.

É necessário que o professor analise o processo e não apenas a resposta final de um exercício. É importante que o docente conheça o caminho percorrido pelo aluno, suas dificuldades, pois somente assim poderá refletir sobre sua prática e reorganizar sua ação em sala de aula (SANTOS, 2011, p. 60).

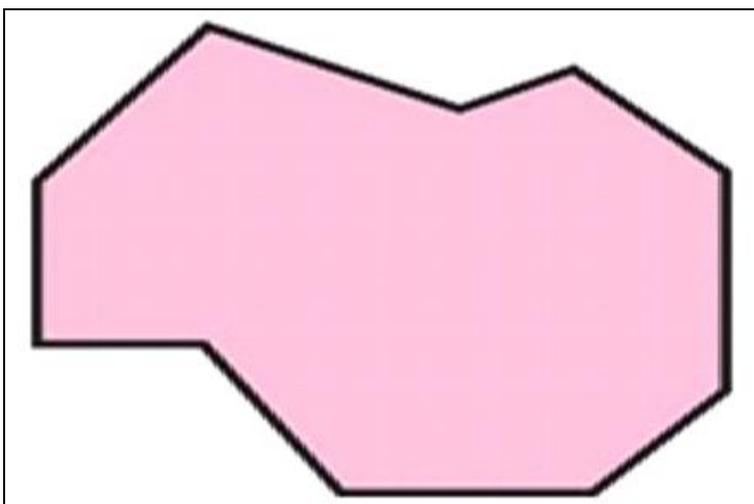
Acompanhar e observar o processo utilizado pelo aluno para chegar à resposta é função do docente, o que me levou a perceber a importância dessa atividade. Para Ausubel (2003), a interação dos estudantes com a nova ideia de instrução e sua relevância na estrutura cognitiva constitui um novo processo de aprendizagem significativa, dando a esta um novo sentido. Inicialmente, para alguns discentes, não estava clara a diferença entre o cálculo da área e do perímetro. Mas, concluída a atividade, conseguiam se posicionar quanto ao cálculo dos dois valores, utilizando, inclusive, formas diferentes de encontrar os resultados. Paulatinamente, com erros e acertos, foram ajustando a programação até a solução. Segundo Papert (1986, p. 50),

O educador deve atuar como um antropólogo. E, como tal, sua tarefa é trabalhar para entender que materiais dentre os disponíveis são relevantes para o desenvolvimento intelectual. Assim, ele deve identificar que tendências estão ocorrendo no meio em que vivemos. Uma intervenção significativa só acontece quando se trabalha de acordo com essas tendências [...].

Diferentemente de Papert (1986), que utilizava o LOGO como linguagem de programação para explorar a matemática com as crianças, nesta pesquisa, os alunos, utilizaram a linguagem de programação *Scratch*, bem como a robótica. Nesta perspectiva, foram ampliando seus subsunçores e construindo novos conceitos matemáticos.

No dia seguinte, os alunos tiveram toda manhã para realizar as atividades da intervenção. Ansiosos pela atividade, em poucos minutos, organizaram o material nos grupos. Nessa aula, desafiei-os a calcularem a área e o perímetro de uma figura geométrica plana irregular (Figura 36).

Figura 36 – Atividade final – Apêndice N



Fonte: Autor da Pesquisa, 2015

Além de projetar a figura com auxílio do *Datashow*, entreguei-a impressa a cada grupo. Percebi que a receberam com naturalidade, iniciando logo a medição dos ângulos com o auxílio do transferidor e, com régua, a do tamanho dos lados, pois tencionavam construir a figura com as mesmas medidas. Um grupo a reproduziu conservando as medidas dadas com exatidão; os demais conservaram apenas o formato. Para Barreto e Gravina (s/d, texto digital):

Quando ouvimos a expressão "figuras semelhantes" logo pensamos em figuras que se assemelham, figuras parecidas, de mesma aparência. Podemos associar a ideia de figuras semelhantes a ampliações ou reduções de uma figura em outras guardando semelhança na forma.

Acabada a medição, iniciaram a programação do RoboMat a fim de desenhar a figura. Após o desenho, calcularam o valor da área e do perímetro. Para concluírem a atividade, não ultrapassaram os três períodos de aula, sendo que envolvia a programação do desenho da figura e a dos cálculos de área e do perímetro. O fato demonstra que, nesse momento, construíram novos conceitos e/ou reformularam outros acerca de áreas e perímetros de figuras geométricas planas.

Apresento, no quadro 6, alguns questionamentos, colocações que aconteceram enquanto os alunos trabalhavam.

Quadro 6 – Comentários e questionamentos dos alunos durante a realização da atividade final

Aluno	Comentário
G	<i>Esta figura é parecida com aquela que tinha na primeira atividade, aquela que a gente não sabia nem por onde começar. Agora parece que ficou fácil.</i>
M	<i>Nossa, como é legal aprender matemática assim. Parece que consigo ver as coisas acontecendo, é muito diferente. Agora entendo o que é perímetro. Profe, pode pedir para eu calcular o perímetro de qualquer figura, que agora eu sei. Ah, a área eu também sei.</i>
C	<i>Nossa figura vai ficar muito legal. Profe, não temos como ter mais aulas? Nestes encontros, calculei como nunca. Isso foi muito bom. Estou aprendendo como nunca!</i>

Fonte: Autor da pesquisa, 2015

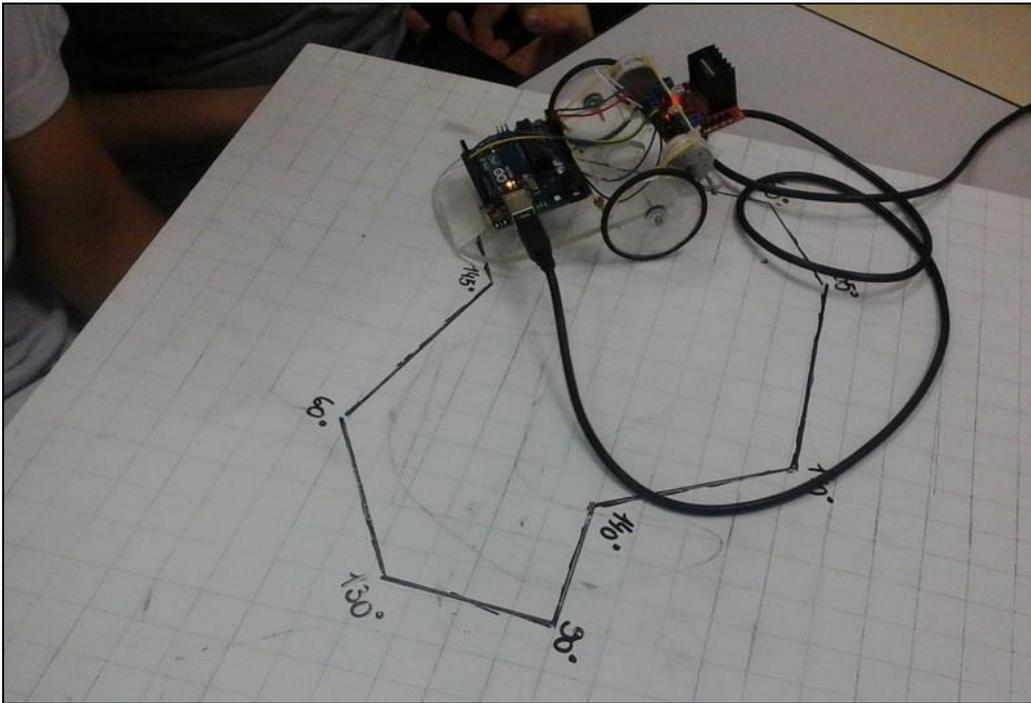
Ao ouvir os comentários do aluno G - “*Esta figura é parecida com aquela que tinha na primeira atividade, aquela que a gente não sabia nem por onde começar. Agora parece que ficou fácil*” -, percebi que ele conseguiu estabelecer semelhanças e diferenças entre as figuras do pré-teste e pós-teste. Conforme Moreira (2011a, p. 22),

Quando aprendemos de maneira significativa temos que progressivamente diferenciar significados dos novos conhecimentos adquiridos a fim de perceber diferenças entre eles, mas é preciso também proceder a reconciliação integradora. Se apenas diferenciarmos cada vez mais os significados, acabaremos por perceber tudo diferente. Se somente integrarmos os significados indefinidamente, terminaremos percebendo tudo igual. Os dois processos são simultâneos e necessários à construção cognitiva, mas parecem ocorrer com intensidades distintas [...].

O grupo 1 programou o RoboMat utilizando o S4A para desenhar a figura.

Prontamente, seus componentes conseguiram produzi-la com o auxílio do RoboMat (Figura 37) sem se depararem com obstáculos na programação, embora houvesse a necessidade do cálculo de vários ângulos. Para o RoboMat desenhar a figura, é preciso identificar os ângulos interno e externo, pois o motor gira utilizando o valor do ângulo externo.

Figura 37 – Desenho do grupo 1 referente à atividade final

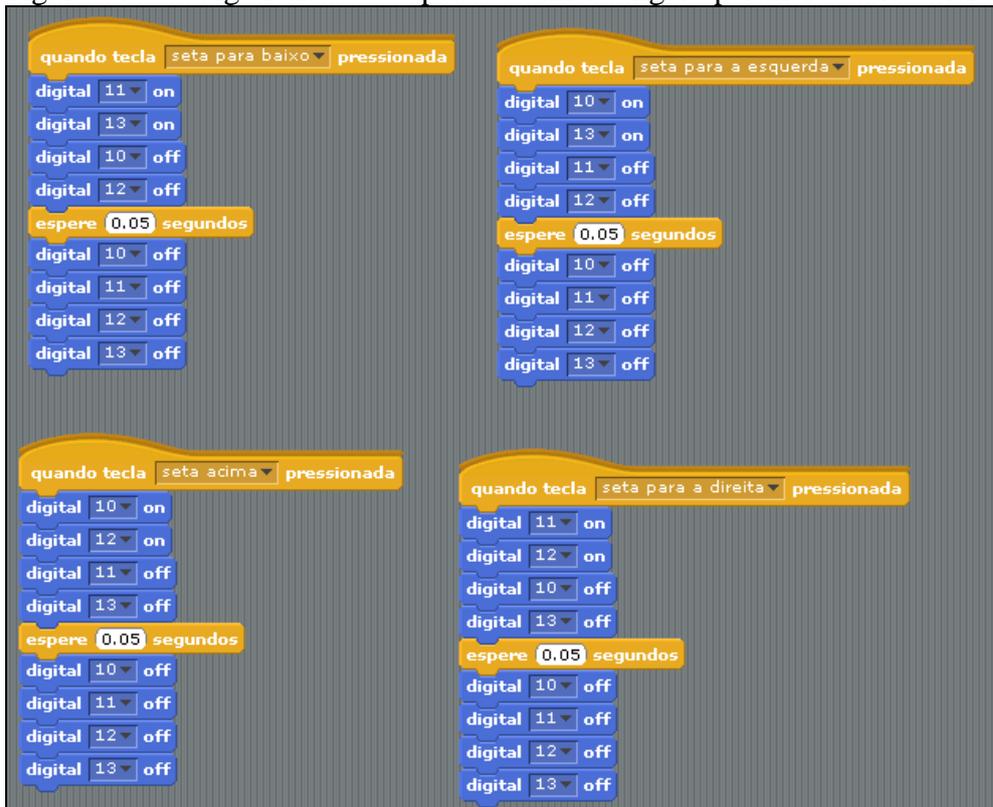


Fonte: Autor da pesquisa, 2015

Para encontrar a medida do perímetro, o grupo acima utilizou a régua, medindo o valor de cada lado e somando em seguida. Os cálculos foram realizados com o auxílio do *S4A* e apresentados na tela do computador. No conjunto da atividade, os alunos fizeram uma programação única, onde o programa desenhava a figura e, na sequência, expunha o valor do perímetro e da área. Na Figura 38, aparece a parte da programação em que, por meio do RoboMat, foi desenhada a figura no quadro branco.

Na Figura 39, apresento o código fonte que os alunos do grupo 1 utilizaram para desenhar a figura na tela do computador, contendo como fundo uma malha, e os cálculos e resultados do perímetro e da área. Em síntese, colocaram os códigos apresentados nas Figuras 38 e 39 em um único arquivo, executando os dois em sequência.

Figura 38 – Código fonte usado para desenhar a figura por meio do RoboMat



Fonte: Autor da pesquisa, 2015

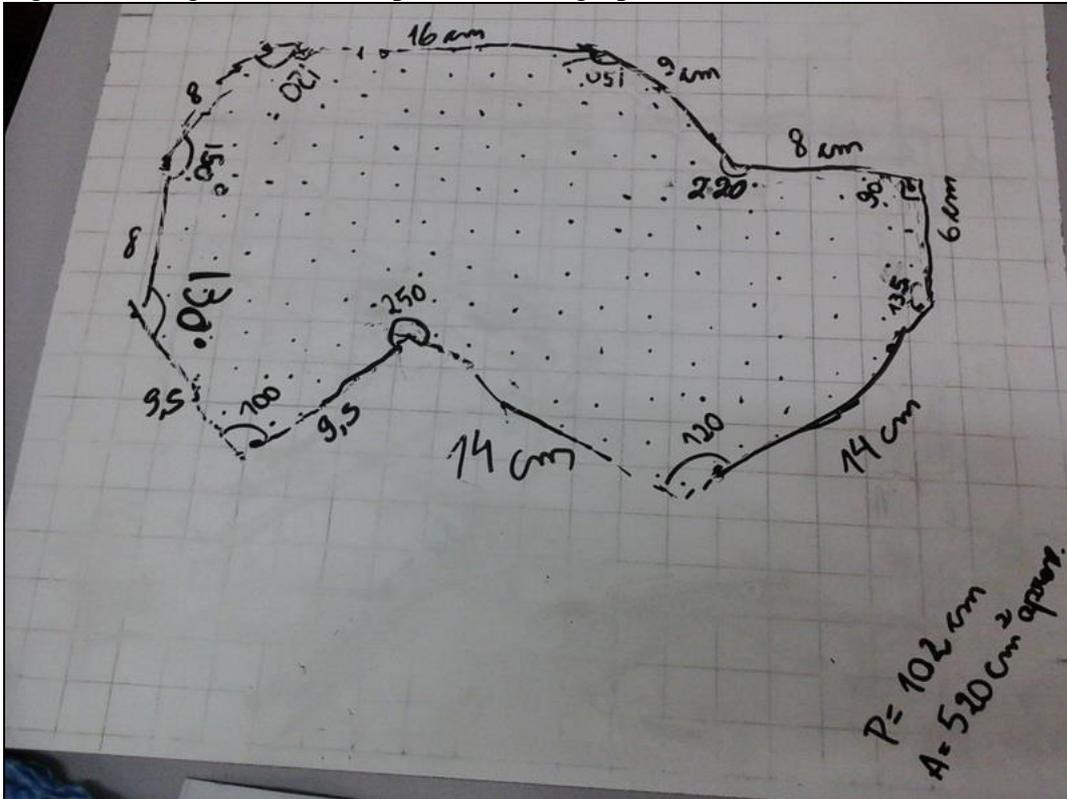
Figura 39 – Código fonte para desenhar a figura na tela do computador, calcular e apresentar os resultados



Fonte: Autor da pesquisa, 2015

Na Figura 40, é possível ver o desenho feito por meio do RoboMat utilizando o código fonte apresentado nas Figuras 38 e 39.

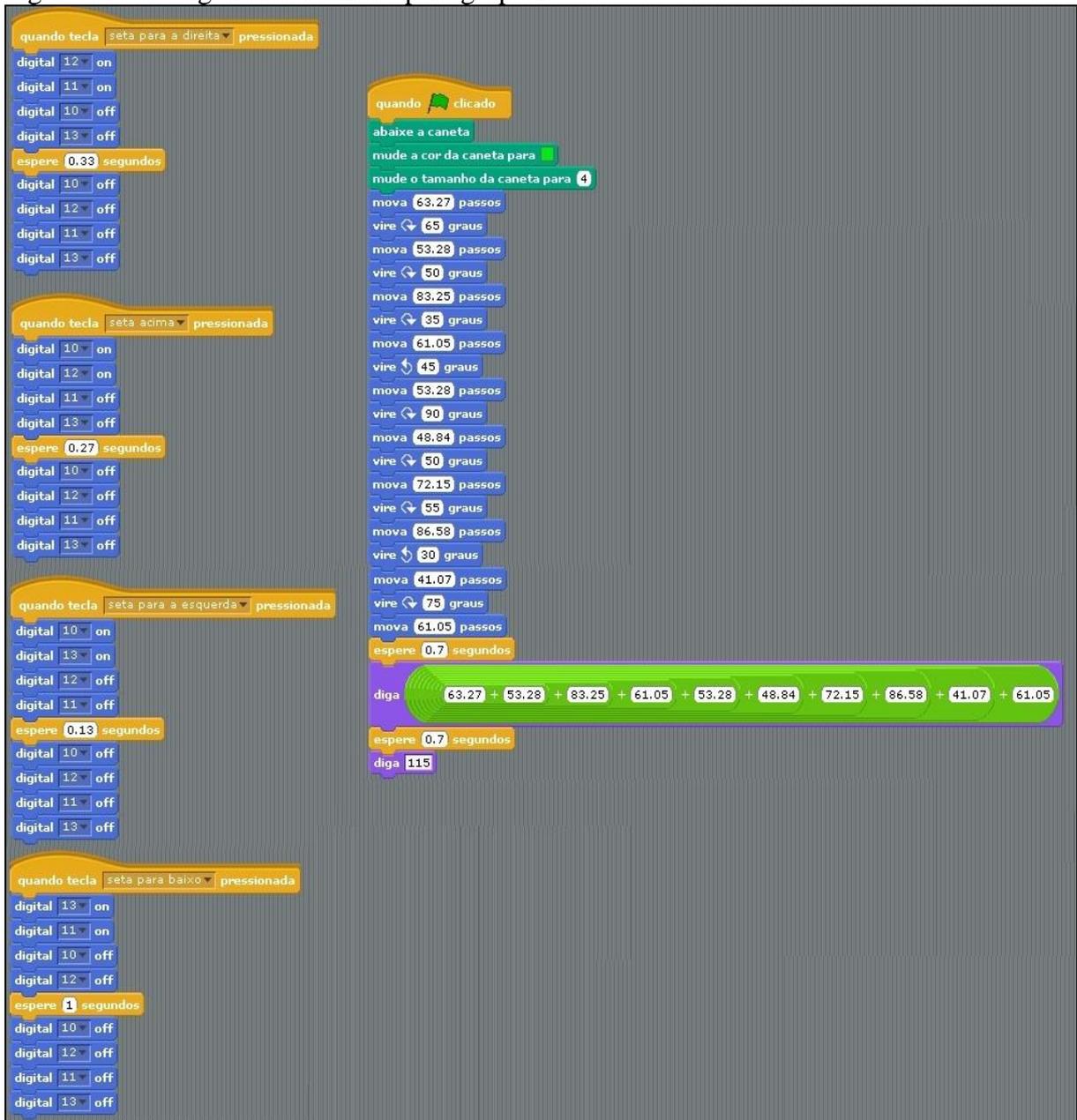
Figura 40 – Figura desenhada pelo Robô do grupo 1



Fonte: Autor da Pesquisa, 2015

O grupo 2 utilizou uma lógica um pouco diferente. Seus integrantes calcularam quantos segundos o RoboMat teria que andar para desenhado cada ângulo e linha. Após realizar os cálculos e encontrar os valores, foram inserindo-os na programação. Na Figura 41, apresento o código fonte da figura final do grupo 2.

Figura 41 – Código fonte utilizado pelo grupo 2



Fonte: Autor da pesquisa, 2015

No código fonte apresentado na Figura 41, é possível observar que o grupo dividiu a figura em várias menores, sendo retângulos, quadrados e triângulos. Seus discentes calcularam a área de cada uma delas e depois somaram, encontrando assim o valor da área da figura maior. Para o valor do perímetro, contornaram a figura com um barbante e depois o mediram com uma régua. Na Figura 42, exponho o grupo 2 testando, modificando e desenvolvendo o seu código fonte.

Figura 42 – Grupo 2 testando o código fonte



Fonte: Autor da pesquisa, 2015

Os integrantes desse grupo demonstravam muita disposição e ânimo para a realização da atividade. Diversas vezes, relataram o quanto lhes aprazia trabalhar os conteúdos da Matemática dessa forma, em especial a geometria. A motivação e o envolvimento eram evidentes. Porém, encontrar metodologias diferenciadas para trabalhar conteúdos como a geometria é um desafio para muitos professores. Segundo D'Ambrósio (1997), ela é um campo reconhecido e a sua importância para a formação dos alunos é inquestionável, pois contribui com o desenvolvimento do raciocínio geométrico e a manipulação e discriminação de formas, desenvolvendo, assim, diversas habilidades.

Por sua vez, o grupo 3 enfrentou maiores dificuldades. Parte de seus integrantes faltou e os demais, por saberem que já estavam reprovados em Matemática, não estavam predispostos a realizarem as atividades. Diante disso, procurei-os para conversar, enfatizando a importância das tarefas propostas, as quais poderiam contribuir na melhoria de alguns conceitos não apenas para o ano que estava acabando, mas aos próximos. Conforme D'Ambrosio (1989, p. 1),

É bastante comum o aluno desistir de solucionar um problema matemático, afirmando não ter aprendido como resolver aquele tipo de questão ainda, quando ela não consegue reconhecer qual o algoritmo ou processo de solução apropriado para aquele problema. Falta aos alunos uma flexibilidade de solução e a coragem de tentar soluções alternativas, diferentes das propostas pelos professores.

A conversa mostrou-se produtiva, pois, em seguida, iniciaram os trabalhos. Assim,

conseguiram desenvolver a programação do desenho da figura na tela do computador e calcularam o valor da área e do perímetro. Para isso, contaram os quadradinhos da malha sob a qual estava desenhada a figura, isto é, na tela do computador S4A.

O programa desenvolvido pelo grupo desenhou a figura na tela e, em seguida, informou os valores da área e do perímetro, conforme pode ser visto na Figura 43.

Figura 43 – Código fonte do Grupo 3 referente a atividade final

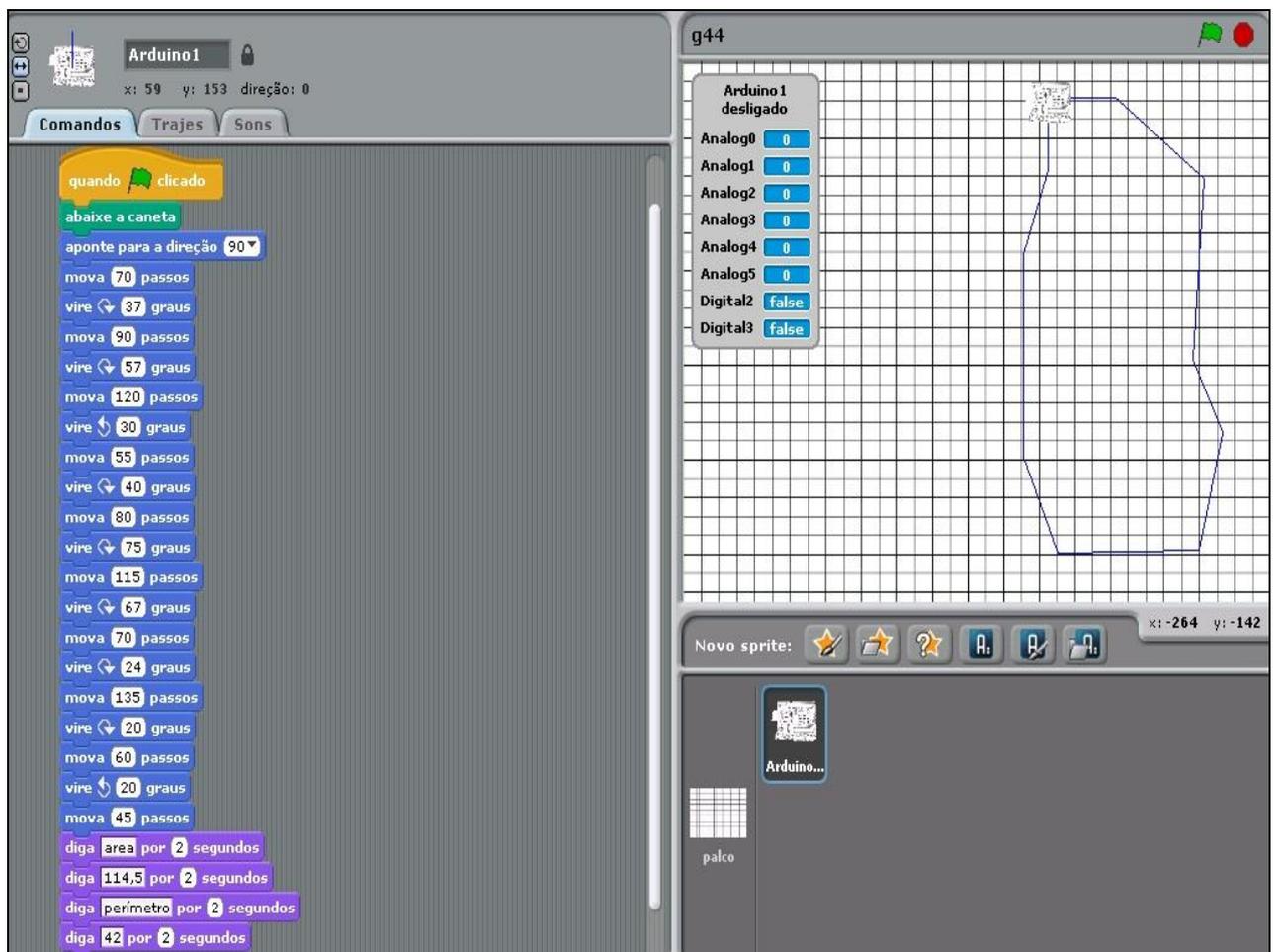


Fonte: Autor da pesquisa, 2015

Nesse dia, à tarde, haveria a prova de recuperação de Matemática, motivo pelo qual três alunos do grupo 4 não compareceram à aula pela manhã, optando por ficarem em casa e estudar. A atividade foi realizada pelas demais integrantes – duas meninas -; entretanto, não permaneceram para a socialização que ocorreu ao final da aula, momento em que cada grupo mostrou o resultado da atividade.

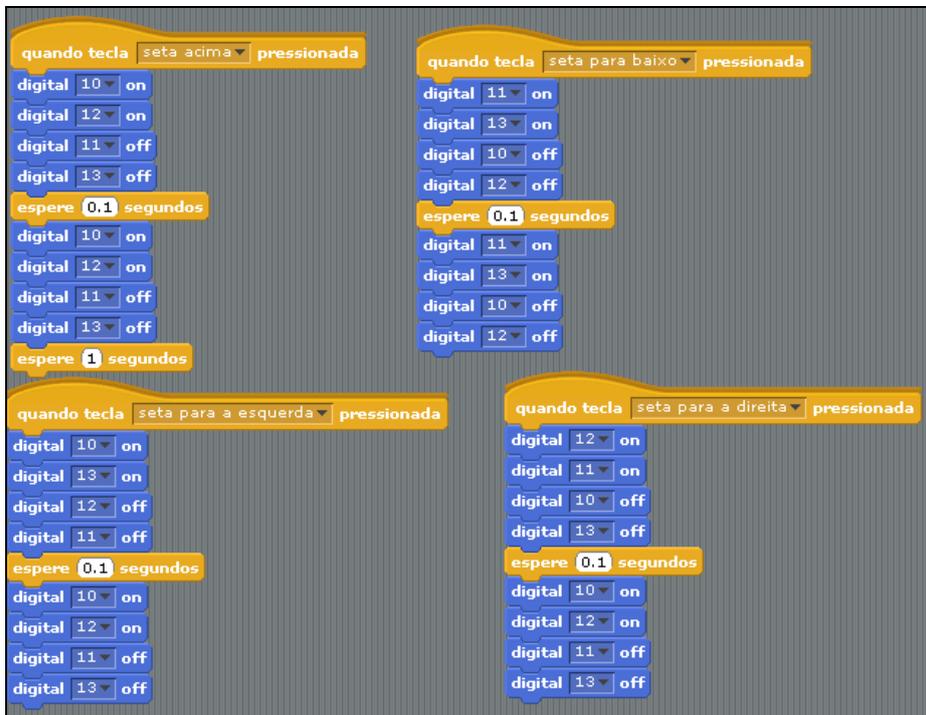
O código fonte apresentado na Figura 44 foi escrito por elas. Por meio do *S4A*, desenvolveram uma programação para desenhar a figura na tela do computador sob a malha usada como fundo de tela. Ademais, expuseram o resultado da área e do perímetro. Para isso, contaram os quadradinhos da figura desenhada no quadro branco. A programação para o desenho da figura no referido quadro foi realizada em um arquivo separado, conforme mostrado na Figura 45. Nessa programação, acionaram os motores por meio de teclas e foram guiando o carrinho até formar a figura geométrica plana irregular.

Figura 44 – Código fonte grupo 4



Fonte: Autor da pesquisa, 2015

Figura 45 – Programação para desenho da figura da atividade final por meio do RoboMat - grupo 4



Fonte: Autor da pesquisa, 2015

Após a realização da atividade, cada grupo expôs aos demais colegas como encontrou os resultados e a lógica que utilizou para chegar às respostas. Seus componentes mostraram o código fonte da programação desenvolvida e também o desenho feito por meio do RoboMat no quadro branco. Essa atividade foi relevante, pois todos puderam observar que não havia nenhuma programação exatamente igual, ou seja, visando aos resultados, cada equipe usou uma sequência lógica diferente.

Um componente de um dos grupos, durante a apresentação, declarou: “*tivemos que refazer várias vezes o programa até acertar, mas acertamos, achamos a maneira correta. Erramos algumas vezes, mas chegamos lá*”.

Numa aula de matemática típica, a reação da criança a uma resposta errada é tentar esquecer-la o mais rápido possível. Mas no ambiente LOGO ela não é criticada por ter feito um erro ao desenhar. O processo de *debugging* é uma parte integrante do processo de compreensão de um programa. O programador é encorajado a estudar o *bug* ao invés de esquecer-lo. No contexto da Tartaruga há uma boa razão para estudá-lo: vale a pena (PAPERT, 1986, p. 85).

A citação acima permite afirmar que os estudantes, ao programarem o computador,

encorajam-se para encontrar a maneira correta, pois, caso errarem, não sofrem críticas e, assim, acabam entrando em um processo de *debugging*²¹. Enquanto Papert (1986) utilizava o LOGO como linguagem de programação para trabalhar a geometria, nesta pesquisa, os estudantes usaram o *S4A*.

Após a análise das atividades dos grupos, percebi que todos conseguiram calcular a área e o perímetro da figura proposta. No pré-teste, antes da intervenção, nenhum dos alunos conseguia calcular a área e o perímetro de figuras irregulares. Diante disso, concluí que as atividades realizadas com o uso da robótica e da lógica de programação contribuíram para a construção do conhecimento da turma, em particular, os conteúdos de geometria plana.

Acredito que, por meio da programação, o aluno aprende com os seus erros. Papert (1986) utilizava a linguagem LOGO para trabalhar com as crianças e, naquela época, já defendia que, através da programação, elas estariam desenvolvendo o seu aprendizado como epistemólogos, ou seja, aprendendo a pensar articuladamente. Assim, conforme Papert (1986, p. 45),

Os ambientes intelectuais oferecidos às crianças pelas sociedades atuais são pobres em recursos que as estimulem a pensar sobre o pensar, aprender a falar sobre isto e testar suas ideias através da exteriorização das mesmas. O acesso aos computadores pode mudar completamente esta situação. Até mesmo o mais simples trabalho com a Tartaruga começa com a reflexão sobre como nós fazemos o que gostaríamos que ela fizesse; assim, ensiná-la a agir ou “pensar” pode levar-nos a refletir sobre nossas próprias ações ou pensamentos. E à medida que as crianças progredem, passam a programar o computador para tomar decisões mais complexas e acabam engajando-se na reflexão de aspectos mais complexos de seu próprio pensamento (PAPERT, 1985, p.45).

Na próxima seção, apresento a análise do pós-teste realizado depois das atividades práticas da intervenção.

4.6 Análise do Pós-teste

Nesta subseção, apresento a análise do pós-teste em relação ao pré-teste, organizador prévio e atividades de intervenção.

No delineamento da pesquisa quantitativa, propus-me a realizar um pré-teste (Apêndice B) com os estudantes envolvidos na pesquisa. Cada etapa deste foi descrita na subseção 4.3, onde foi realizada a análise do pré-teste. Com esta, foi possível detectar a falta

²¹ Ao invés de erro no LOGO diz-se *Bug*. Achar ou eliminar o bug é um processo de *debugging*. (PAPERT, 1986, 84)

de alguns subsunçores; logo, apliquei uma atividade que serviu como organizador prévio. Em seguida, desenvolvi as atividades de intervenção com os alunos e, na sequência, eles realizaram o pós-teste (Apêndice C), que serviu para auxiliar na identificação da aprendizagem em relação aos conteúdos de geometria plana.

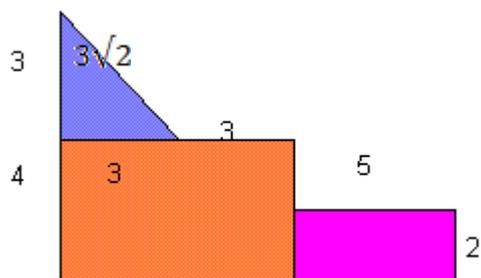
Para Moreira (2012, texto digital),

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende.

Para identificar indícios da aprendizagem significativa, apresento os dados das questões do pós-teste, analisando-os. Assim, começo apresentando a questão 1 do pós-teste no quadro 7.

Quadro 7 – Questão 1 Pós-teste

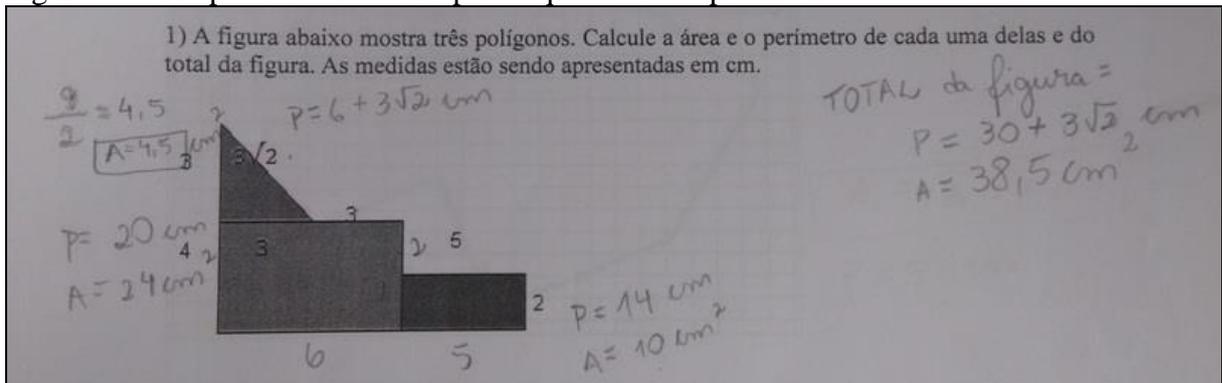
Questão 1 - A figura abaixo mostra três polígonos. Calcule a área e o perímetro de cada uma delas e do total da figura. As medidas estão sendo apresentadas em cm.



Fonte: Autor da pesquisa, 2015

Nessa questão (Quadro 7), a maioria dos alunos calculou o valor da área e do perímetro de cada figura separadamente e, posteriormente, da total (Figura 46). Três somaram o valor do perímetro das figuras menores, sem perceber que, em relação à maior, era preciso analisar-lhe o contorno. O motivo talvez tenha sido a falta de atenção, pois, se encontraram o perímetro de forma correta das menores, o mesmo deveria ter ocorrido com a maior.

Figura 46 – Resposta de um aluno para a questão 1 do pós-teste



Fonte: Autor da pesquisa, 2015

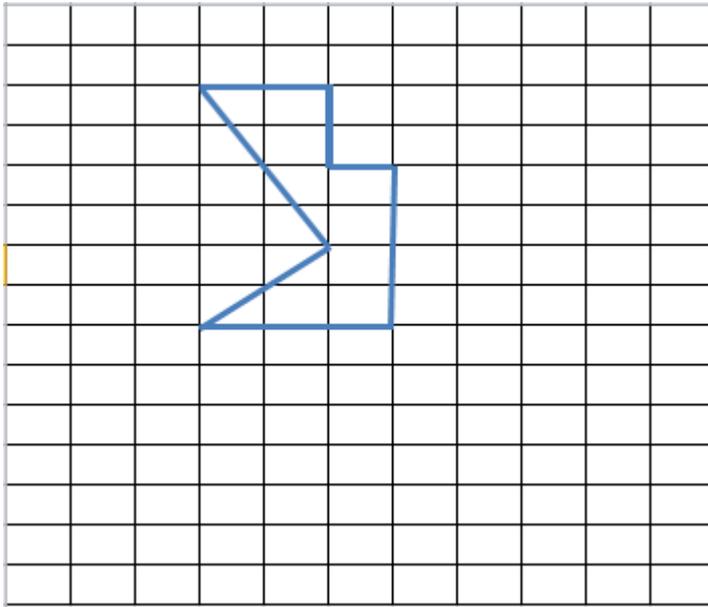
Do perímetro, foi possível identificar que os alunos entenderam ser a soma das medidas dos lados, haja vista a maioria ter resolvido conforme ilustra a Figura 46.

Quadro 8 – Questão 2 – Pós-teste

Questão 2 - a): Calcule a área, o perímetro (aproximados) e diga os ângulos das figuras abaixo.

Obs.: Cada quadrado da área quadriculada possui 1cm^2 .

a)



Fonte: Autor da pesquisa, 2015

Na realização do pré-teste, a maioria dos alunos não resolveu esse tipo de questão, argumentando não saber calcular o valor da área e do perímetro da figura. No desenvolvimento dessa atividade (Quadro 8), os alunos calcularam a área e o perímetro e contaram os quadradinhos para encontrá-los. (Figura 47). “*Profe, mas o valor não será exato*”

declararam alguns. Respondi-lhes que não haveria problema desde que fosse aproximado. Assim, conseguiram realizar a atividade e ter o conceito de área.

A superfície plana ocupa uma certa porção do plano, que pode ser medida. A medida da extensão ocupada por uma superfície plana é um número chamado área da superfície, que expressa o número de vezes que a unidade-padrão de área cabe na superfície (IEZZI, et al., 2010, p. 156).

Figura 47 – Resolução apresentada por um aluno para a questão 2a – Pós-teste

2) Calcule a área, o perímetro (aproximados) e diga os ângulos das figuras abaixo.
Obs.: Cada quadrado da área quadriculada possui 1cm^2 .

a)

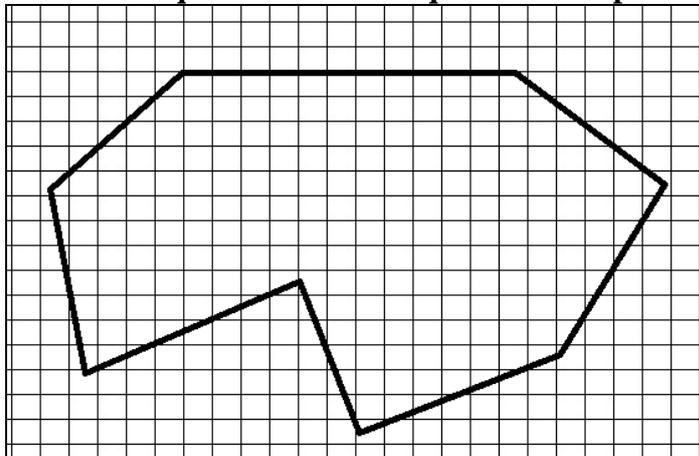
Área = 10cm^2
Perímetro = 19cm

Fonte: Autor da pesquisa, 2015

Quadro 9 – Questão 2b – Pós-teste

Questão 2 - b: Calcule a área, o perímetro (aproximados) e diga os ângulos das figuras abaixo.

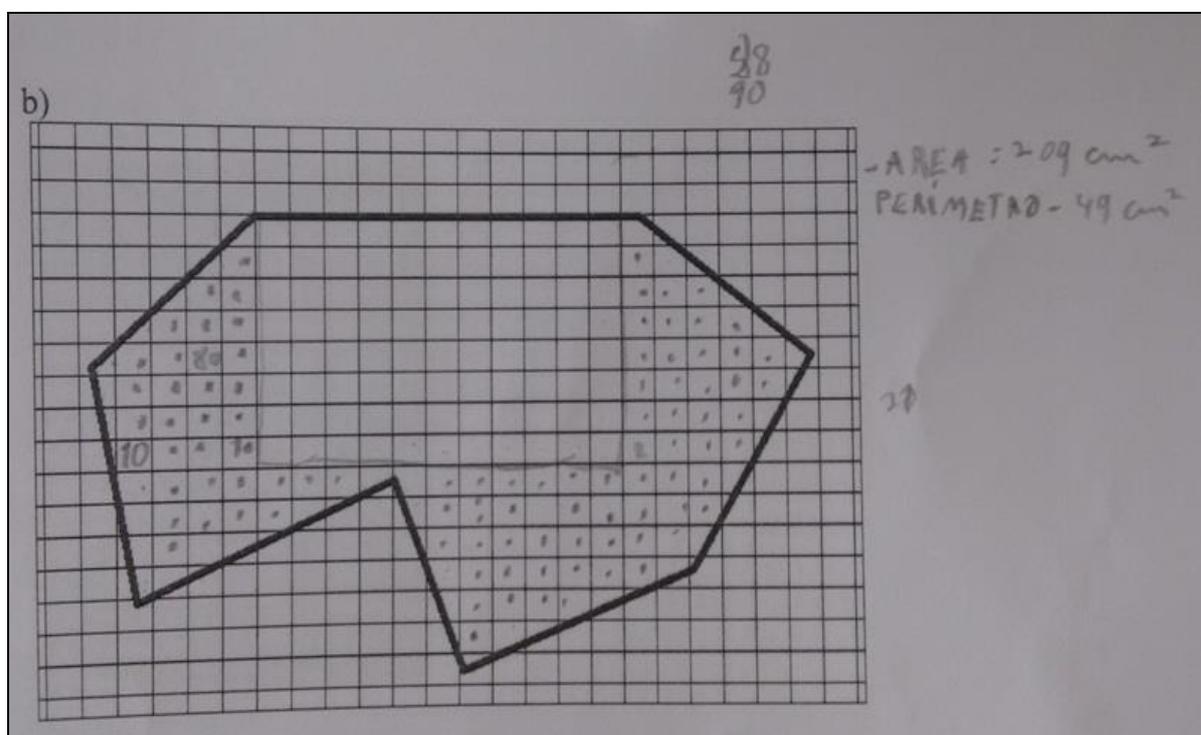
Obs.: Cada quadrado da área quadriculada possui 1cm^2 .



Fonte: Autor da pesquisa, 2015

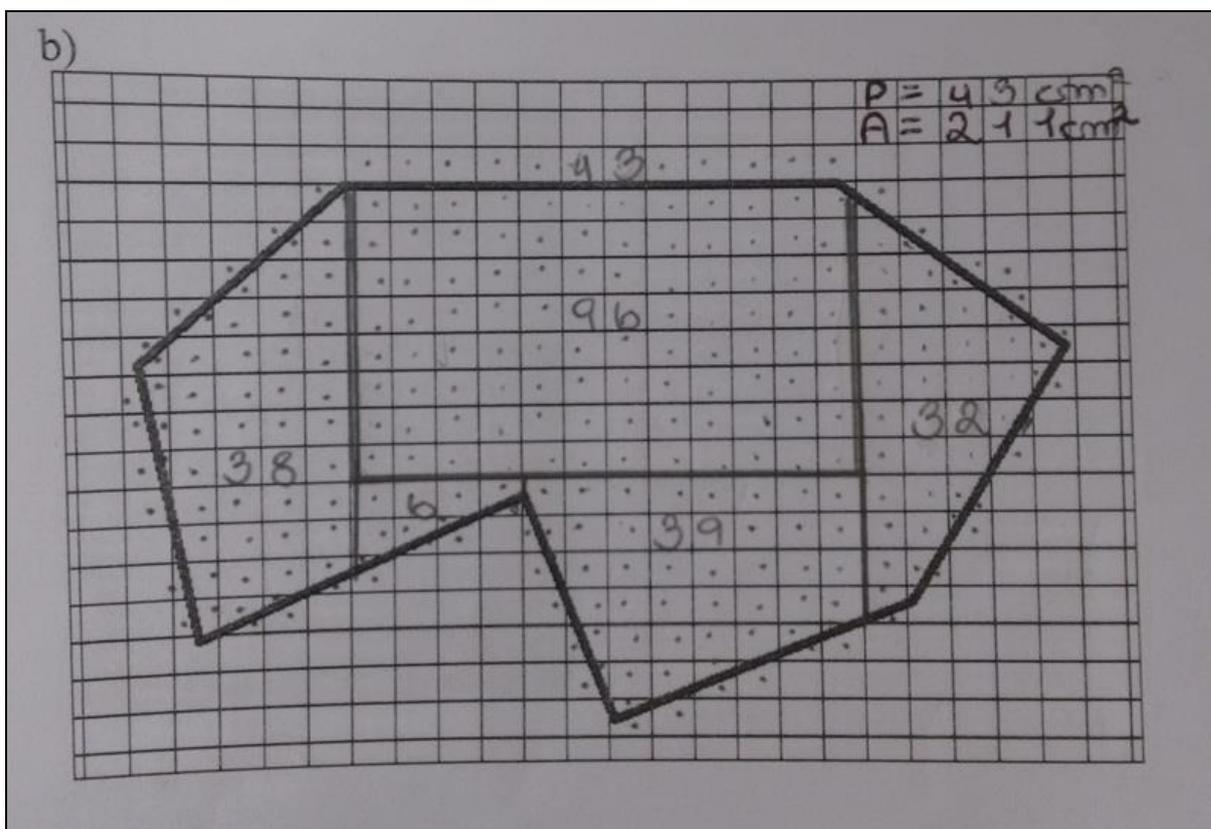
Ao analisar a questão acima (Quadro 9), o aluno G assim se posicionou: “*esta questão é parecida com aquela questão que tinha no pré-teste e que não sabíamos nem começar, agora parece fácil*”, opinião com a qual a maioria da turma concordou. Diante disso, todos os alunos a resolveram, sendo que apenas um encontrou valores muito distantes dos demais. Nas figuras 48 e 49, apresento duas práticas efetivadas pela turma. Grande parte resolveu conforme a solução apresentada na figura 48, ou seja, contando os quadradinhos. Um estudante separou o retângulo interno, ao contrário da maioria, que optou pela contagem de todos os quadradinhos que compunham a figura. O mesmo aconteceu na de número 49, porém ela foi dividida em figuras menores.

Figura 48 – Resolução apresentada por um aluno para a questão 2b – Pós-teste



Fonte: Autor da pesquisa, 2015

Figura 49 – Resolução apresentada por um aluno para a questão 2b – Pós-teste



Fonte: Autor da pesquisa, 2015

Com o resultado dessa questão, percebi o quanto as atividades envolvendo a robótica haviam sido significativas à aprendizagem desse conteúdo. No pré-teste, os alunos não apresentaram subsunçores para resolvê-la. Além disso, não havia, por parte deles, predisposição para trabalhá-la (Quadro 9). Simplesmente, afirmaram: “*nós não sabemos fazer, nem como começar a resolver*”.

O ensino da Matemática precisa contemplar que tanto o professor como o aluno sejam protagonistas do processo de ensino e aprendizagem, em que a participação ativa do aluno é condição necessária para uma aprendizagem significativa. Para que a aprendizagem tenha significado para o aluno, é necessário existir a ligação com os conhecimentos adquiridos anteriormente, que o aluno apresente predisposição para aprender e que esse novo conhecimento tenha relação com o contexto ao qual o aluno está inserido (SOUZA e SCARTAZZINI, 2007, texto digital).

Todos os alunos acertaram essa questão; porém, uma parte não empregou a mesma lógica ao desenvolvê-la. O problema foi solucionado de três maneiras diferentes, conforme atestam as figuras 50, 51 e 52.

No quadro 10 apresento a questão 3 do pós-teste.

Quadro 10 – Questão 3 – Pós-teste

Questão 3

As bases de um trapézio são 4 e 8 cm. Sendo a altura igual a 3 cm, qual é a sua área e o seu perímetro?

Fonte: Autor da pesquisa, 2015

Figura 50 – Resolução apresentada por um aluno para a questão 3 – Pós-teste

3) As bases de um trapézio são 4 e 8 cm. Sendo a altura igual a 3 cm, qual é a sua área ?

$A = 18$

$\frac{2 \times 3 + 3}{2 \times 4}$

Fonte: Autor da pesquisa, 2015

Figura 51 – Resolução apresentada por um aluno para a questão 3 – Pós-teste

3) As bases de um trapézio são 4 e 8 cm. Sendo a altura igual a 3 cm, qual é a sua área ?

$A = 18 \text{ cm}^2$

Fonte: Autor da pesquisa, 2015

Figura 52 – Resolução apresentada por um aluno para a questão 3 – Pós-teste

3) As bases de um trapézio são 4 e 8 cm. Sendo a altura igual a 3 cm, qual é a sua área ?

$$A = \frac{(4+8) \times 3}{2}$$

$A = 18 \text{ cm}$

Fonte: Autor da pesquisa, 2015

No quadro 11, apresento a questão 4 do pós-teste. Como a utilização do S4A foi necessária para as atividades da intervenção, pois foi à linguagem utilizada para programar os robôs, entendi ser relevante sondar a ampliação de subsunçores quanto ao seu conhecimento. Na questão 4 (Quadro 11), aparecem alguns códigos fonte com comandos do S4A; destes nem

um formava o trapézio. Os alunos analisaram os códigos e apenas dois não conseguiram descobrir o que não formava um trapézio. Dois confundiram-no com o paralelogramo, demonstrando isso na solução.

Quadro 11 – Questão 4 – Pós-teste

Questão 4 - Para criar um trapézio no *software S4A* são necessários os seguintes comandos:

a) ()



b) ()



c) ()



Durante a intervenção, os alunos utilizaram ângulos em praticamente todas as atividades. Percebi, desde o início, por meio dos conhecimentos prévios, que eles já haviam construído conceitos em relação a esse conteúdo. Na questão 5 (Quadro 12), apresento a utilização de ângulos por meio do *S4A*.

Quadro 12 – Questão 5 – Pós-teste

Questão 5 - Desenhe o ângulo que será representado a partir da sequência de comandos abaixo:



Fonte: Autor da pesquisa, 2015

Após análise do pós-teste e compará-lo com o pré-teste, concluí que os alunos, além de demonstrarem cada vez mais predisposição em realizar as atividades, resolviam as questões propostas sem dificuldades. No pré-teste, os obstáculos, para grande parte, encontravam-se nos cálculos da área e perímetro de figuras irregulares, já no pós-teste, solucionaram as referidas questões com segurança e tranquilidade.

Com isso, pude perceber que as atividades realizadas durante a pesquisa permitiram a aprendizagem significativa dos conteúdos da geometria plana e também do *S4A* e do controle do RoboMat, visto que, inicialmente, eles apresentavam certa dificuldade em controlar os robôs e, ao final da intervenção, isso não mais ocorria.

Para auxiliar na análise da predisposição do aluno em aprender por meio da robótica e da aprendizagem significativa do aluno em relação à geometria plana, apliquei um questionário de satisfação, o qual apresento na próxima seção.

4.7 Análise do questionário de satisfação

Nesta seção, apresento algumas evidências da predisposição dos alunos em aprender

matemática, mais especificamente geometria plana, por meio da robótica. O questionário contém cinco questões e foi respondido pelos alunos no último encontro, após as atividades da intervenção pedagógica.

No quadro 13, transcrevo a questão 1 do questionário de satisfação e, no 15, as respostas dos alunos.

Quadro 13 – Questão 1 – Questionário de Satisfação

Questão 1

O uso da Robótica e do *software S4A* auxiliaram na resolução de atividades envolvendo geometria? Por quê?

Fonte: Autor da pesquisa, 2015

A essa pergunta, todos os alunos responderam afirmativamente. Alguns declararam que, com o desenvolvimento das atividades propostas, foi possível “*ver as figuras*”; “*entender melhor o conteúdo*”. Acrescentaram que “*aprenderam a calcular a área e o perímetro*”; “*que aprenderam, pois usaram a geometria de forma interativa*”; “*aprendemos matemática na prática; saímos dos livros para aprender*”. Outras respostas se encontram no quadro 14.

Estudos demonstram que a robótica pode ser utilizada como uma importante ferramenta educacional, estimulando o aprendizado e a compreensão dos conhecimentos em disciplinas que são consideradas críticas (matemática, física, química) (FABRÍCIO, *et al.*, 2014, texto digital)

A utilização da robótica como ferramenta educacional, mais especificamente para o ensino da Matemática, proporcionou aos estudantes um novo jeito de aprender geometria. Conforme Fabrício, *et al.* (2014, texto digital),

Após a utilização da robótica como mediadora no ensino de matemática, os alunos passaram a se interessar e compreender os conceitos aplicados em sala de aula e posteriormente aplicados em experimentos no laboratório. Os resultados foram perceptíveis nas notas obtidas pelos alunos nas avaliações realizadas na disciplina. Os resultados obtidos com a utilização da robótica foram animadores para os professores, pois a disciplina de matemática é vista pelos alunos como sendo um grande problema. Com a utilização da tecnologia, os alunos perceberam que os conteúdos se tornaram mais fáceis de aprender.

As respostas dos alunos e os resultados das atividades reiteram a contribuição da robótica na aprendizagem dos conteúdos matemáticos da turma. Além disso, proporcionou maior predisposição de os discentes interagirem com os conteúdos da referida disciplina.

Quadro 14 – Respostas dos alunos para a questão 1 do questionário de satisfação

Aluno	Resposta
O	<i>Sim, pois em grupos nós conseguimos entender melhor e aprender de um jeito mais interativo.</i>
Q	<i>Sim, porque eu por exemplo não sabia mexer em praticamente nada, agora eu já sei melhor.</i>
R	<i>Sim, é mais fácil ver tu consegue ver os ângulos.</i>
S	<i>Sim, o software S4A foi grande auxílio na resolução de cálculos envolvendo ângulos, pois é um programa voltado ao aprendizado.</i>
M	<i>Sim, pois usamos nosso robô para fazer formas e isso envolve geometria diretamente.</i>
L	<i>Sim, porque a geometria foi utilizada de forma interativa.</i>
H	<i>Sim, pois nós conseguimos tirar a matemática do papel e botarmos em prática.</i>
F	<i>Sim, pois com ele aprendi a calcular área e perímetro.</i>

Fonte: Autor da pesquisa, 2015

No quadro 15, reescrevo a questão 2 do questionário de satisfação e, no 17, as respostas dos alunos.

Quadro 15 – Questão 2 – Questionário de Satisfação

<p>Questão 2 - Você acredita que o uso da robótica e do <i>software S4A</i> auxiliou na aprendizagem de quais conteúdos:</p> <p>() Perímetros</p> <p>() Áreas</p> <p>() Ângulos</p> <p>() Noções de lateralidade (esquerda e direita).</p> <p>Se você assinalou um ou mais itens acima, explique de que forma a robótica colaborou neste processo.</p>
--

Fonte: Autor da pesquisa, 2015

No quadro 16, é possível analisar as respostas dos alunos. A maioria afirmou que o uso da robótica e do *software S4A* auxiliou na aprendizagem de perímetros, áreas e ângulos; uma minoria mencionou as noções de lateralidade. Na explicação, as respostas variaram, evidenciando que a turma aprendeu de forma interativa e divertida, demonstrando sua predisposição para aprender e destacando a tecnologia que estava sendo usada.

Segundo Moreira (2011a), a aprendizagem é significativa quando os conhecimentos passam a representar algo para o aprendiz, tornando-o capaz de resolver novos problemas e explicar com as suas próprias palavras. Para o autor, um fator de extrema relevância para que ocorra essa aprendizagem é a predisposição para aprender, o que pode ser comprovado pelas respostas dos alunos presentes no quadro 16.

Quadro 16 – Respostas dos alunos para a questão 2 do questionário de satisfação

Aluno	Respostas
O	<i>(Ângulos, áreas, noções de lateralidade. Nos ajudou a ver essas coisas de um jeito mais fácil e divertido.</i>
R	<i>(Perímetros, áreas, ângulos e noções de lateralidade). É mais fácil de entender desse jeito, além de ser mais divertido.</i>
L	<i>(Perímetros, área e ângulos). Com a robótica dá para aprender mais sobre isso.</i>
B	<i>(Perímetros, áreas, ângulos e noções de lateralidade). Pois quando você vê acontecendo é mais fácil de aprender.</i>
D	<i>(Perímetros, áreas, ângulos). Nós conseguimos calcular os mesmos de forma interativa.</i>
I	<i>(Perímetros, áreas, ângulos). É mais fácil com a robótica.</i>

Fonte: Autor da pesquisa, 2015

As respostas acima permitem afirmar que o uso das tecnologias, mais precisamente da robótica, tornou a aula interativa, divertida e prática, possibilitando a aprendizagem de ângulos, áreas, perímetros e noções de lateralidade. D´Ambrósio (2002) já afirmava que

Estamos entrando na era do que se costuma chamar a “sociedade do conhecimento”. A escola não se justifica pela apresentação de conhecimento obsoleto e ultrapassado e muitas vezes morto. Sobretudo ao se falar em ciências e tecnologia. Será essencial para a escola estimular a aquisição, a organização, a geração e a difusão do conhecimento vivo, integrado nos valores e expectativas da sociedade. Isso será impossível de se atingir sem a ampla utilização de tecnologia na educação. Informática e comunicações dominarão a tecnologia educativa do futuro.

Como tecnologia educativa do futuro, apresento, no quadro 17, a questão 3 do questionário de satisfação e, no 18, as respostas dos alunos referentes ao uso da robótica do S4A.

Quadro 17 – Questão 3 – Questionário de Satisfação

Questão 3

O que você achou das aulas com o uso da Robótica e do *software S4A*? Justifique.

Fonte: Autor da pesquisa, 2015

As respostas do quadro 18 atestam que os alunos aprovaram os recursos utilizados para a aprendizagem dos conteúdos matemáticos, em especial os de geometria plana. Com frequência, repetiam que “*aprender matemática na prática é bem melhor*”. Entre eles, havia os que afirmavam ser este um jeito divertido de aprender. De acordo com Papert (1994, p. 6),

As tecnologias de informação, desde a televisão até os computadores e todas suas combinações, abrem oportunidades sem precedentes para a ação, a fim de melhorar a qualidade do ambiente de aprendizagem, pelo que me refiro ao conjunto inteiro de condições que contribuem para moldar a aprendizagem no trabalho, na escola e no brinquedo.

Comparando as palavras de Papert com as respostas dos alunos, é possível atestar que, por meio das tecnologias, estes têm novas oportunidades de aprender, colocando em prática conhecimentos adquiridos anteriormente e, a partir destes, gerar novos.

Quadro 18 – Respostas dos alunos para a questão 3 do questionário de satisfação

Aluno	Respostas
J	<i>Muito legal, pois aprendemos a usar matemática na prática.</i>
G	<i>Muito boas, pois usamos matemática na prática, com um objetivo.</i>
A	<i>Eu achei muito interessante, pois aprendemos um novo jeito de usar matemática.</i>
H	<i>Muito boas, trouxe para nós uma outra visão de cálculos envolvendo geometria.</i>
M	<i>Achei muito interessante, ajudou muito em matemática, aprendi novos jeitos de calcular.</i>
S	<i>Achei uma grande iniciativa, por parte de todos colaborando do projeto, que trouxeram algo educativo e diferente.</i>

Fonte: Autor da pesquisa, 2015

Quadro 19 – Questão 4 – Questionário de Satisfação

Questão 4

Você acharia interessante que mais conteúdos fossem trabalhados com esta tecnologia? Se sim, quais?

Fonte: Autor da pesquisa, 2015

Muitos alunos responderam sim à questão 4, ou seja, que, por meio da robótica e o S4A, poderiam ser trabalhados outros conteúdos. Logo, essa tecnologia possibilita o desenvolvimento de habilidades e competências nas diversas áreas do conhecimento. No quadro 20, transcrevo as respostas dos alunos.

Por meio do uso da R.E ²²é possível a construção do conhecimento do aluno utilizando-se de investigações, construções e simulações, propondo a estimulação prática do conteúdo assimilado em sala de aula de forma a garantir a aprendizagem. Além disso, o uso dessa metodologia possibilita o desenvolvimento de competências, como raciocínio lógico, habilidades manuais e estéticas, relações interpessoais e a devida utilização de conceitos aprendidos nas diversas áreas do conhecimento (STEFANELLO et. al., 2013, p. 4).

Nessa citação, Stefanello et. al. (2013) defendem a ideia de que, por meio da Robótica Educacional, é possível trabalhar, na prática, conteúdos desenvolvidos em sala de aula. Os alunos, por sua vez, ficam na expectativa de que lhes sejam oferecidas aulas práticas, diferentes das tradicionais e com novas propostas educacionais. Isso pude comprovar pelas suas respostas.

Quadro 20 – Respostas dos alunos à questão 4 do questionário de satisfação

Aluno	Resposta
S	<i>Acho que poderíamos usar para aprender outras matérias exatas, como física e química.</i>
A	<i>Sim, como circunferência e até conteúdos mais difíceis.</i>
H	<i>Sim, mas não saberia dizer quais, qualquer um traria um grande conhecimento.</i>
D	<i>Sim, química e física.</i>

Fonte: Autor da pesquisa, 2015

No quadro 21, transcrevo a questão 5 e, no 22, algumas respostas dos alunos.

²² RE – Robótica Educacional.

Quadro 21 – Questão 5 – Questionário de Satisfação

Questão 5

Quais as dificuldades que encontrou no desenvolvimento das atividades propostas? Explique detalhadamente.

Fonte: Autor da pesquisa, 2015

Conforme o esperado, vários alunos se referiram à Matemática como uma disciplina muito difícil. Alguns apontaram o cálculo dos ângulos externos - necessário à programação do robô - como um dos maiores problemas. Mas é importante destacar que um deles comentou que, com a intervenção, aprendeu mais sobre a Matemática (Quadro 22).

Quadro 22 – Respostas dos alunos para a questão 5 do questionário de satisfação

Aluno	Resposta
B	<i>Calcular os ângulos externos, para que o RoboMat, desenhasse a figura.</i>
O	<i>Os ângulos, pois foi difícil achar o tempo entre os passos.</i>
E	<i>A matemática, mas aprendi mais sobre isso.</i>
Q	<i>Fiquei com dificuldade na matemática, mas no resto foi tranquilo.</i>

Fonte: Autor da pesquisa, 2015

As respostas dos alunos nos remetem às palavras de Jamile (2011), quando ele declara que o abstrato é entendido como algo difícil de ser assimilado. Em sua pesquisa, Jamile (2011, p. 74), afirma que

O abstrato é entendido como algo difícil de ser assimilado, na medida em que se traduz por um vínculo não imediato com a realidade. O concreto, por sua vez, é entendido como o imediato, que na prática pedagógica, se traduz na utilização de materiais manipuláveis.

Pode-se afirmar que a citação acima está em consonância com esta pesquisa, haja vista a predisposição dos alunos em aprender os conteúdos da geometria plana por meio da robótica, desenvolvendo, assim, a aprendizagem significativa de diversos conteúdos. Sua presença tornava-se evidente a cada encontro, especialmente pelos resultados do pós-teste.

No próximo capítulo, apresento as considerações finais, os objetivos alcançados, dificuldades encontradas, bem como informações relevantes acerca desta pesquisa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Utilizar as tecnologias na educação, principalmente recursos inovadores, como por exemplo a robótica, aumenta a predisposição dos alunos em aprender, conforme constatei neste estudo. Hoje, nossos jovens, tidos como nativos digitais, estão acostumados a usar recursos tecnológicos em suas atividades cotidianas. Logo, a robótica vem ao encontro do mundo digital e virtual dos estudantes do século XXI.

Ao concluir a pesquisa, percebi a relevância de utilizar, na sala de aula, recursos condizentes à realidade dos estudantes e, dessa maneira, trabalhar os conteúdos de forma interativa e lúdica. Neste sentido, o uso da robótica como recurso para aprendizagem significativa da geometria plana revelou-se fundamental e interessante.

A utilização dos robôs nas atividades da intervenção pedagógica auxiliou na predisposição dos estudantes em aprender a geometria plana. Os trabalhos em grupo possibilitaram a troca de ideias, informações, conhecimentos de forma colaborativa e cooperativa. Os conflitos e discussões também se fizeram presentes, mas o consenso, embora nem sempre fácil, surgia com o diálogo. Em muitos momentos, cada componente do grupo defendia seu ponto de vista, tentando pôr em prática o que, segundo ele, poderia dar certo. Tal fato nos remete a Castilho (2002), pois, segundo ele, a robótica promove o trabalho em equipe, mas isso nem sempre é fácil, pois aceitar as ideias do outro, às vezes, significa declinar de sua concepção. Além do trabalho em equipe, a utilização dos robôs na Matemática estava sendo algo novo, o que gerou certa ansiedade. A cada encontro, perguntavam o que seria trabalhado no encontro seguinte, demonstrando a satisfação de utilizar os robôs e

Aprender a Matemática na prática.

O envolvimento dos alunos com os robôs foi se tornando cada vez mais fácil e amigável e, por diversas vezes, comentaram que aprender conteúdos matemáticos dessa maneira era bem melhor. A cada programação, inteiravam-se mais da estrutura e organização da lógica, facilitando, assim, a resolução dos problemas propostos na área da geometria.

As atividades envolviam, na maioria das vezes, todos os componentes dos grupos, momentos em que discutiam os problemas e procuravam solucioná-los em conjunto. Além disso, entendo ter facilitado a promoção da aprendizagem de conteúdos relacionados à geometria plana, auxiliando na integração e predisposição dos estudantes em aprender outros conteúdos da Matemática e áreas.

Como problema de pesquisa, propus-me a observar quais as contribuições da robótica para a aprendizagem significativa de conceitos da geometria plana no 9º Ano do Ensino Fundamental ? Percebi, por meio de estudos e atividades realizadas durante a investigação, que ela foi favorável à aprendizagem significativa dos estudantes. Ao comparar os resultados do pré-teste com os do pós-teste, observei que novos conceitos acerca da geometria foram elaborados. Também constatei a modificação e o enriquecimento dos subsunçores já presentes nas estruturas cognitivas dos alunos.

Esses novos conceitos foram perceptíveis principalmente nos cálculos de área e perímetro de figuras irregulares. No pré-teste, os alunos apresentavam subsunçores para trabalhar com figuras geométricas regulares, mas não com as de formato irregular. Por meio das atividades realizadas com o uso da robótica, novos conceitos foram construídos, em especial nos cálculos de áreas e perímetros de figuras planas. Com essa modificação, ao final da intervenção, através das atividades do pós-teste, foi possível identificar as diferentes soluções apresentadas para encontrar a área e o perímetro das figuras geométricas irregulares. Estes são indícios de que um novo conceito foi elaborado pelo estudante, demonstrando, assim, que a aprendizagem não foi mecânica e sim significativa. De acordo com Moreira (2012), quando ocorrer aprendizagem significativa, progressivamente o subsunçor vai se tornando estável, diferenciado e mais rico, facilitando a aprendizagem.

Assim, compreendo que o subsunçor inicial relacionado à geometria plana interagiu com outro subsunçor, modificando-o e formando inicialmente um novo, que foi se

estabilizando e se transformando em outro mais estável, rico e elaborado, que, neste caso, é a nova forma de calcular áreas e perímetros.

Durante as atividades da intervenção, os grupos programavam seus robôs para resolver os exercícios propostos. Essas programações - os códigos fonte criados - eram diferentes em todos os grupos, ou seja, cada um destes utilizou uma sequência lógica própria para encontrar a solução. Esse jeito peculiar de programar o robô e encontrar soluções distintas por meio do *S4A* também evidencia que houve aprendizagem significativa.

O exercício envolvendo ângulos exigiu dos alunos muita dedicação, pois tiveram que desenvolver várias formas de pensar para programar os robôs, haja vista que, além dos internos, havia a necessidade de encontrar os externos das figuras. Para desenhá-las, o robô precisou ser programado a fim de girar conforme o valor do ângulo externo programado no *S4A*, já que esses ângulos deviam ser programados em tempo. Conforme o tempo determinado em segundos, o motor andava, sendo este, portanto, o tamanho do ângulo externo.

Portanto, essa atividade gerou uma série de discussões entre os componentes dos grupos, e vários cálculos e testes tiveram que ser feitos. No questionário de satisfação, diversos alunos apontaram a programação do robô para desenhar o ângulo correto como a principal dificuldade. Tais fatos me autorizam a afirmar que, caso a atividade tivesse sido realizada com o uso de papel, seria impossível desenvolver o exercício de encontrar o ângulo correto. Isso evidencia que a robótica é uma alternativa que permite a construção de novos conceitos e promover a aprendizagem significativa de diferentes conteúdos.

Assim, tendo como objetivo principal identificar em que aspectos a robótica poderia contribuir na aprendizagem significativa da geometria plana, foi possível, por meio das atividades realizadas, perceber que os estudantes melhoraram sua predisposição em trabalhar conteúdos matemáticos, realizando as atividades com entusiasmo e demonstrando interesse em trabalhar conteúdos por meio dela. Outro aspecto importante foi o desenvolvimento de habilidades para calcular área e perímetro das figuras regulares e irregulares. Percebi que, à medida que os participantes interagiam e discutiam geometria, surgiam novas formas de calcular e encontrar a área e o perímetro.

As aplicações do pré-teste e pós-teste possibilitaram coletar dados quantitativos, os

quais evidenciaram que, por meio das atividades realizadas com o uso da robótica, alguns conceitos passaram a ter significado para os alunos.

No pré-teste, a maioria não respondeu corretamente às questões referentes ao cálculo de áreas de figuras planas irregulares. Já no pós-teste, aplicado após as atividades de intervenção, todos os participantes as resolveram e 97% acertaram todas as questões do questionário. Cabe lembrar que, no pré-teste, somente 2% fizeram as questões que envolviam figuras irregulares; os demais nem tentaram solucioná-las; apenas escreveram ‘não sei fazer’, “não aprendi”.

Além do objetivo principal da pesquisa, em seguida, exponho os resultados alcançados por meio do desenvolvimento dos objetivos específicos.

O primeiro objetivo - Identificar os conhecimentos prévios dos alunos em relação a alguns elementos da geometria plana e da robótica - foi alcançado através da realização do pré-teste. Por meio dele, foi possível verificar que os alunos tinham conhecimentos acerca de ângulos, cálculos de áreas e perímetros de figuras regulares planas, comandos básicos do *S4A*. Mas constatei que eles não possuíam subsunçores suficientes para trabalhar com áreas e perímetros de figuras geométricas planas irregulares. Por esse motivo, desenvolvi, antes das atividades da intervenção, um organizador prévio.

O segundo objetivo - Desenvolver uma prática pedagógica, com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental, que envolva geometria plana por meio da Robótica, estimulando os alunos a estabelecer conexões entre a Robótica e a Matemática - foi atingido por meio das atividades realizadas durante a intervenção pedagógica, utilizando a robótica. Esses recursos possibilitaram aos estudantes a solução de problemas de geometria plana, envolvendo principalmente ângulos, área e perímetro.

Durante a prática pedagógica, foram realizadas atividades envolvendo conteúdos de ângulos, áreas e perímetros de figuras geométricas planas por meio da robótica. O desenvolvimento desses conteúdos ocorreu por meio do *S4A* e utilização dos robôs.

O terceiro objetivo - Analisar se as atividades desenvolvidas durante a prática pedagógica são potencialmente significativas para a aprendizagem de alguns conceitos da geometria plana - também foi atingido, comprovado pelos comentários dos alunos, respostas do pós-teste e do questionário de satisfação. Em muitos momentos, durante as aulas, a turma

declarava que “*aprender matemática na prática é bem melhor*”; “*nunca calculei tanto; agora sei o que é calcular*”; “*trabalhando com o robô é bem mais fácil; agora entendi o que é área e perímetro, sempre confundia*”. Segundo Moreira (2011a, 83-84), “o próprio Ausubel, chama a atenção que a linguagem tanto determina como reflete as operações mentais envolvidas na aquisição de conceitos abstratos e de ordem superior”.

Pela análise das afirmações dos alunos, especialmente no pós-teste, foi possível evidenciar conceitos de geometria plana. Vale lembrar que, no pré-teste, os discentes se depararam com muitas dificuldades ao tentarem solucionar questões que envolviam figuras geométricas planas, inclusive, deixando de resolvê-las. A justificativa era de que não sabiam como proceder. Ao contrário, no pós-teste, além de desenvolvê-las corretamente, mostraram diferentes caminhos e alternativas.

Ademais, alunos que diziam não apreciar as aulas de Matemática, tampouco entender os conteúdos, no decorrer da intervenção, passaram a se envolver nas tarefas e, ao final, eram evidentes o interesse e o entusiasmo com que participavam do desenvolvimento das atividades. Neste sentido, posso inferir que, apresentar alternativas - entre elas, o uso das tecnologias - que venham ao encontro do interesse do educando e de sua vivência, é uma maneira de aproximá-lo dos conteúdos regulares da disciplina.

Ao final da pesquisa, constatei que os alunos estavam predispostos a continuar trabalhando os conteúdos da Matemática com os robôs. Asseguro que o mesmo ocorreu comigo, pois, ao verificar seu envolvimento nas atividades, o desejo de aprender e o entusiasmo com que utilizavam a lógica de programação, senti-me satisfeita e realizada. Alguns declararam o interesse de trabalhar outros conteúdos com o uso da robótica. Para Moreira (2011a), é fundamental o aprendiz apresentar predisposição para aprender e o material ser potencialmente significativo para que ocorra aprendizagem significativa.

Durante as atividades, também surgiram obstáculos. Um deles, em relação ao robô que utilizava o *S4A* como linguagem de programação, pois, em função disso, foi necessário manter o cabo de alimentação entre ele e o computador. A dificuldade ocorria em determinados momentos em que o robô desenhava a figura. O cabo acabava sendo pesado para o tamanho do robô; em vista disso, sugiro utilizar *Bluetooth*²³ em um próximo modelo.

²³ *Bluetooth* é um protocolo padrão de comunicação primariamente projetado para baixo consumo de energia com baixo alcance, (dependendo da potência: 1 metro, 10 metros, 100 metros) baseado em microchips

A ausência de predisposição de alguns estudantes em participar das atividades, pelo fato de saberem que já haviam sido reprovados, foi outra dificuldade enfrentada. O problema causou certo desconforto ao grupo 2, já que três de seus componentes faziam parte dessa lista. Como argumento, asseguravam que não sabiam fazer, as tarefas eram difíceis; portanto, negavam-se a realizá-las.

Penso ser importante ressaltar que uma das justificativas de desenvolver esta pesquisa com foco na robótica foi à tentativa de encontrar uma alternativa de baixo custo. Como, em meu trabalho, uso o Minsdtorms há bastante tempo, sei que se trata de uma opção muito cara à maioria das instituições. Finda a investigação, posso afirmar que a robótica de baixo custo pode e deve ser utilizada pelas escolas, pois, por meio dela, é possível promover a aprendizagem significativa de diversos conteúdos das diferentes áreas do conhecimento.

Assim, a opção por materiais de baixo custo facilita a implantação dessa proposta, pois, muitas vezes, as instituições não disponibilizam de recursos financeiros para altos investimentos. Na construção dos protótipos, foram utilizados esses tipos de materiais - placa Arduíno -, juntamente com os alternativos - lixo eletrônico e sucatas. O *software* usado foi *S4A*, ferramenta que pode ser baixada livremente pelo site do *S4A*²⁴.

Ao concluir a pesquisa, estou convencida de que a robótica deveria ser utilizada em todas as escolas, pois proporciona ao estudante uma nova forma de aprender, aumentando sua criatividade, predisposição, autoestima, criticidade e desenvolvendo o raciocínio lógico, entre tantas outras habilidades. Em vista disso, pretendo, cada vez mais, usar recursos diferentes em minha prática pedagógica. Ao sentir os alunos envolvidos, predispostos, desenvolvendo a aprendizagem significativa por meio desses recursos e vê-los sair da sala de aula tradicional e não apenas utilizando um aplicativo ou software específico, aumentou minha determinação de utilizar a robótica em outras áreas do conhecimento e demais turmas da escola em que venho atuando.

Assim, o uso da robótica na educação pode ser um aliado da aprendizagem significativa de diversos conteúdos. Por meio dele, os estudantes aprendem de forma

transmissores de baixo custo em cada dispositivo. O Bluetooth possibilita a comunicação desses dispositivos uns com os outros quando estão dentro do raio de alcance. Os dispositivos usam um sistema de comunicação via rádio, por isso não necessitam estar na linha de visão um do outro, e podem estar até em outros ambientes, contanto que a transmissão recebida seja suficientemente potente. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>>

²⁴ *S4A* – <http://s4a.cat/>

interativa, em um ambiente agradável, aumentando-lhes, na maioria das vezes, a predisposição de assimilar determinados conteúdos. Os sujeitos passam a interagir com a robótica desde a construção dos robôs, envolvendo conteúdos de Mecânica, Física, Automação, inclusive a sua programação, utilizando-a para colocá-los em funcionamento.

Para trabalhos futuros, recomendo a utilização dessa ferramenta em outras áreas do conhecimento e conteúdos da Matemática, bem como a linguagem C para a programação dos robôs, desafiando, assim, ainda mais os estudantes da Educação Básica.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Deise C. Camilo; COSTACURTA, Mirtes S.. atividades lúdicas para o ensino aprendizagem da geometria nos anos finais do ensino fundamental. (Relatório de pesquisa). UNOCHAPECÓ, 2010. Disponível em: <<http://www.unochapeco.edu.br/pergamum/biblioteca/php/imagens/000067/000067BC.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2015.

ALMEIDA, Maria A. **Possibilidades da robótica educacional para a educação. Matemática**. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/363-4.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2014.

APPOLINÁRIO, F. **Metodologia da ciência: filosofia e prática da pesquisa**. 2º ed. São Paulo. Cengage Learning, 2012.

ARDUÍNO. Disponível em: <<http://www.arduino.cc/>>. Acesso em: 16 abr. de 2014.

AUSUBEL David P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma perspectiva Cognitiva**. Paralelo Editora, LDA. LISBOA. 1ª Edição. Janeiro de 2003.

BARRETO, Marina M.; GRAVINA, Maria Alice. **Como construir figuras semelhantes?** Disponível em: <http://penta.ufrgs.br/edu/telelab/mundo_mat/malice2/sistemas2.htm>. Acesso em: 07 mar. 2015.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais: matemática**. Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1997.

BR- LINUX.ORG. **O que é *software* livre**. Disponível em: <<http://br-linux.org/2008/01/faq-softwarelivre.html>>. Acesso em: 18 abr. de 2014.

CAPES. **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior**. Disponível em: <<http://www.capes.gov.br/>>. Acesso em: 8 de abr. 2014.

CASTILHO, Maria Inês. **Robótica na Educação: Com que objetivos?** (Monografia de Especialização em Informática na Educação) - Universidade

Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002. Disponível em: <http://www.pgie.ufrgs.br/alunos_espie/espie/mariac/public_html/robot_edu.html>. Acesso em: 18 jan. 2014.

CASTILHO, Maria Inês. **Robótica na Educação: Com que objetivos?** Disponível em: <<http://www.pucrs.br/eventos/desafio/mariaines.php>>. Acesso em: 18 fev. 2014.

CASTRO, Viviane Gurgel de. **RoboEduc: Especificação de um Software Educacional para Ensino da Robótica às crianças como uma Ferramenta de Inclusão Digital.** (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal do rio Grande do Norte, Natal, 2008. Disponível em: <<ftp://ftp.ufrn.br/pub/biblioteca/ext/bdtd/VivianeGC.pdf>>. Acesso em: 16 fev. 2014.

CHAVES, Eduardo O. C; SETZER, Valdemar W. **O uso de computadores em escolas: fundamentos e críticas.** São Paulo: Scipione, 1988.

CHEMIN, Beatris Francisca. **Manual da Univates para trabalhos acadêmicos:** planejamento, elaboração e apresentação. 2ª. ed. – Lajeado: Ed. da Univates, 2012.

CITILAB. **Sobre S4A.** Disponível em: < http://S4A.cat/index_pt.html>. Acesso em 22 fev 2014.

CNEC. **Sistema de Ensino CNEC.** Disponível em: <<http://www.cneconline.com.br/>>. Acesso em: 10 de abr. de 2014.

D´ABREU, João Vilhete Viegas *et al.* **Robótica Educativa/Pedagógica na era Digital. II Congresso Internacional TIC e Educação,** Lisboa- Portugal, 2012. Disponível em: < <http://ticeduca.ie.ul.pt/atas/pdf/158.pdf>>. Acesso em: 22 fev 2014.

D´ABREU, João Vilhete Viegas. Ambiente de aprendizagem baseado no uso de dispositivos robóticos automatizados. In: VALENTE, José Armando; MAZZONE, Jaures; BARANAUSKAS, M. Cecília C. (Orgs). **Aprendizagem na era das tecnologias digitais.** São Paulo: Cortez: FAPESP, 2007.

D´AMBROSIO, Beatriz S. **Como ensinar matemática hoje?** Temas e Debates. SBEM. Ano II. N2. Brasília. 1989. Disponível em: <http://www.matematicauva.org/disciplinas/estagio2/Texto_05.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2015.

D´AMBROSIO, Ubiratan. **Transdisciplinaridade.** 2. Ed. São Paulo: Palas Athena, 1997.

D´AMBROSIO, Ubiratan. **Educação Matemática da teoria à prática.** 9. Ed. São Paulo: Papyrus, 2002.

FABRÍCIO, Pablo Ramon de A. Monteiro, *et al.* **Utilização da robótica na educação: Uma Realidade no Município de Solânea – PB.** Nuevas Ideas en Informática Educativa TISE 2014. Disponível em: <http://www.tise.cl/volumen10/TISE2014/tise2014_submission_300.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2015.

FACCO, S. R. **Conceito de área: uma proposta de ensino aprendizagem**. 2003. 185p. (Dissertação Mestrado em Educação Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, SP, 2003.

FONSECA, Maria da Conceição F. R., *et al.* **O ensino da geometria na escola fundamental – três questões do professor dos ciclos iniciais**. 2.ed. – Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

FREIRE, Fernanda M. P.; VALENTI, José A. **Aprendendo para a vida: os computadores na sala de aula**. São Paulo: Cortez, 2001.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra. Ed. 33^o 2006.

GRUPO Lifelong Kindergarten do MIT Media Lab. **Scratch**. Disponível em: <<http://Scratch.mit.edu/>>. Acessado em: 19 jan. 2014.

HAETINGER, Max Günther. **Informática na Educação: Um olhar Crítico**. Coleção Criar, Vol.02, 2003.

IEZZI, Gelson, *et al.* **Geometria Plana: conceitos básicos**. 2. Ed. São Paulo: Atual, 2010.

INFOWESTER. **Tecnologia USB (Universal Serial Bus)**. Disponível em: <<http://www.infowester.com/usb.php>>. Acesso em: 17 abr. de 2014.

LORENZATO, Sérgio (org). **O laboratório de ensino de matemática na formação de professores**. Campinas, SP: Autores Associados, 2006.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias: O novo ritmo da informação**. Campinas, SP: Papyrus, 2007.

KIDS. **Guia de Referência**. Disponível em: <http://kids.sapo.pt/Scratch/ajuda/guia_referencia>. Acesso em: 17 abr. de 2014.

KLUPPEL, Gabriela Teixeira; BRANDT, Célia Finck. Reflexões sobre o ensino da geometria em livros didáticos à luz da teoria de representações semióticas segundo Raymond Duval. In: IX ANPDE SUL – Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul, 9. 2012. Caxias do Sul, RS. **Anais eletrônicos**. Caxias do Sul: UCS, 2012. Disponível em: <http://www.portalanpedsul.com.br/admin/uploads/2012/Ensino_de_Matematica_e_ciencias/Trabalho/04_39_52_2024-6630-1-PB.pdf>. Acesso em 18 mai. De 2014.

KOLLMORGEN- **Because Motion Matters**. Disponível em: <<https://www.kollmorgen.com/pt-br/products/motors/servo/servomotores/>>. Acesso em: 23 jan 2015.

MAGGI, Luiz. **A utilização do computador e do programa LOGO como ferramentas de ensino de conceitos de Geometria Plana**. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Rio Claro, 2002. Disponível em: < <http://base.repositorio.unesp.br/handle/11449/91114>>. Acesso em: 19 abr. 2015.

MARINS, Lucas. Robôs enriquecem o currículo escolar e estimulam o cérebro. **Gazeta do Povo**, Londrina, 10 set. 2013. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/educacao/conteudo.phtml?id=1407079>>. Acesso em: 31 jan. 2014.

MARTINS, Gilberto Andrade. **Estudo de caso: uma reflexão sobre a aplicabilidade em pesquisas no brasil**. RCO – Revista de Contabilidade e Organizações – FEARP/USP, v. 2, n. 2, p. 8 - 18 jan./abr. 2008. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rco/article/viewFile/34702/37440>>. Acesso em: 15 mar. 2015.

MINDSTORMS. **Robôs da LEGO**. Disponível em: <<http://www.lego.com/en-us/mindstorms/?domainredir=mindstorms.lego.com>>. Acesso em: 8 de abr. 2014.

MIT, SCRATCH. **About Scratch**. Disponível em: <<http://Scratch.mit.edu/about/>>. Acesso em: 19 jan 2014.

MORAES, Maria Cândida. **O paradigma educacional emergente**. 12 ed. São Paulo: Papirus. 2006.

MORAN, José Manuel. **Novas Tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas, SP: Papirus, 2000.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011a.

MOREIRA, Marco Antônio. **Metodologias de Pesquisa em Ensino**. 1ª ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011b.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de aprendizagem**. 2ª ed. Ampl. São Paulo: EPU, 2011c.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, Marco Antônio. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2020. Aceito para publicação, *Quriculum*, La Laguna, Espanha, 2012. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueeafinal.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2015.

MOREIRA, Marco Antônio. **Organizadores prévios e aprendizagem significativa**. Revista Chilena de Educación Científica, ISSN 0717-9618, Vol. 7, Nº. 2, 2008, pp. 23-30. Revisado em 2012. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/organizadoresport.pdf>>. Acesso em 11 abr. 2015.

NOVA ESCOLA. **Como funciona o Facebook?** Disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/formacao/formacao-continuada/como-funciona-facebook-624752.shtml>>. Acesso em: 10 fev. 2015.

PAPERT, Seymour. **Logo: computadores e educação**. 2º ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 1986.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças: repensando a Escola na Era da Informática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PYTHON BRASIL. **SmallTalk**. Disponível em: <<http://www.python.org.br/wiki/SmallTalk>>. Acesso em: 17 abr. 2014.

PIAGET, Jean. **O raciocínio na criança**. 2º ed. Rio de Janeiro: Editora Record, 1967.

PIMPÃO. **Playgrounds & Materiais Pedagógicos**. Disponível em: <<http://www.pimpao.com.br/roboticaEducativa?PHPSESSID=c349780de3151541bc725d3104ec9e72>>. Acesso em: 22 jan 2015.

PINTO, Pedro. **S4A – Programar o Arduino é fácil e divertido**. Disponível em: <<http://pplware.sapo.pt/hardware/S4A-programar-o-arduino-e-facil-e-divertido/>>. Acesso em: 22 fev 2014.

PIROLA, NA. org. **Ensino de ciências e matemática, IV: temas de investigação [online]**. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010. 244 p. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/bpkg/pdf/pirola-9788579830815-11.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2015.

PRENSKY, Marc. **Digital Natives, Digital Immigrants**. MCB University Press, 2001.

ROBOLIVRE.ORG. **Arduíno**. Disponível em: <<http://robolivre.org/conteudo/arduino/detalharHistorico/idHistorico/1408>> . Acesso em: 19 abr. de 2014.

ROCHA, Cristiane de Arimatéa *et al.* **Uma discussão sobre o ensino de área e perímetro no ensino fundamental**. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/espmat/disciplinas/geotri2014/modulo2/rocha_et_al_area%20e%20perimetro_minicurso.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2015.

ROLKOUSKI, Emerson. **Tecnologias no Ensino de matemática**. Curitiba: Ibpx, 2011.

SANTOS, Adriano Augusto A. **Robótica Educacional: uma aplicação ao ensino da geometria plana**. Disponível em: < <http://prezi.com/2ca3859ryfvf/robotica-educacional-uma-aplicacao-ao-ensino-de-geometria-plana/>>. Acesso em: 21 abr. de 2014.

SANTOS, Jamile A. Saulino dos. **Problemas de ensino e de aprendizagem em perímetro e área: um estudo de caso com professores de matemática e alunos de 7ª série do ensino fundamental**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Metodista de Piracicaba, 2011. Disponível em: <https://www.unimep.br/phpg/bibdig/pdfs/docs/26092011_144051_jamile.pdf#page=2&zoom=auto,-99,294>. Acesso em: 08 mar. 2015.

SOUZA, Flávia Braga de; SCARTAZZINI, Luíz Sílvio. **Abordagem do ensino da geometria com aplicação das técnicas de pesagem e planimetria para obter áreas de**

figuras planas irregulares. Acta Scientiae, v.9, n.1, jan./jun. 2007. Disponível em: <<http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/viewFile/93/86>>. Acesso em: 15 mar. 2015.

VALENTE, José Armando *et al.* (orgs). **Aprendizagem na era das tecnologias digitais.** São Paulo: Cortez: PAPESP, 2007.

VALENTE (org). **Computadores e Conhecimento:** repensando a educação. Campinas, Unicamp. P. 135-174, 1993.

WIKIPEDIA. **Bluetooth.** Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>>. Acesso em: 29 mar. 2015.

ZILLI, Silvana do Rocio. **A robótica educacional no ensino fundamental:** Pespectivas e práticas. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 2004. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/86930/224814.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 31 jan. 2014.

ZILLI, Silvana. Robôs em sala de aula aumentam a motivação dos alunos. UOL Educação. Disponível em: <<http://educacao.uol.com.br/noticias/2011/05/19/robos-em-sala-de-aula-aumentam-motivacao-dos-alunos-diz-educadora.htm>>. Acesso em: 22 fev. 2015.

APÊNDICES

APÊNDICE A – FERRAMENTAS DO SCRATCH

Quadro 1: Ferramentas do Armazém Movimento

Armazém Movimento	
	Move o <i>sprite</i> para frente ou para trás
	Gira o <i>sprite</i> no sentido horário, conforme graus pedidos.
	Gira o <i>sprite</i> no sentido anti-horário, conforme graus pedidos.
	Aponta o <i>sprite</i> na direção dos graus pedidos.
	Aponta o <i>sprite</i> para a direção pedida.
	Move o <i>sprite</i> para uma posição das coordenadas X e Y.
	Move o <i>sprite</i> para a posição pedida.
	Move o <i>sprite</i> para uma posição das coordenadas X e Y, num determinado período de tempo.
	Altera a posição do <i>sprite</i> de acordo com o valor especificado.
	Define a posição do <i>sprite</i> , de acordo com o valor especificado.
	Altera a posição do <i>sprite</i> , de acordo com o valor especificado.
	Define a posição do <i>sprite</i> , de acordo com o valor especificado.
	O <i>sprite</i> volta-se para a posição oposta ao tocar numa das margens do Palco.
	Indica a posição X do <i>sprite</i> (de -240 a 240).

	Indica a posição Y do <i>sprite</i> (de -180 a 180).
	Indica a direção para onde o <i>sprite</i> aponta.

Fonte: Autor da pesquisa, 2015.

Seguem ferramentas Motor do Armazém Movimento no quadro 2, que só aparecem se for configurado Mostrar Comandos de Motor, no menu Editar, do *Scratch*.

Quadro 2: Ferramentas Motor do Armazém Movimento.

Armazém Movimento/Motor:	
	Liga o motor durante o período de tempo indicado
	Liga o motor.
	Desliga o motor.
	Define a potência do motor (varia entre 0 e 100) e liga-o.
	Define ou muda a direção do motor.

Fonte: Autor da pesquisa, 2015.

Apresento, no quadro 3, o armazém Aparência, que permite configurar a aparência do *sprite*.

Quadro 3: Ferramentas do Armazém Aparência

Armazém Aparência	
	Muda para o traje selecionado.
	Muda para o traje seguinte.
	Indica o número do traje.
	Muda para o cenário cujo nome é especificado
	Muda para o cenário seguinte a partir da lista de cenários.
	Indica o número do cenário, de acordo com a lista de cenários.

	Mostra o balão de discurso do <i>sprite</i> , por um determinado período de tempo, com a mensagem especificada.
	Mostra o balão de discurso do <i>sprite</i> com a mensagem especificada.
	Mostra o balão de pensamento do <i>sprite</i> , por um determinado período de tempo.
	Mostra o balão de pensamento do <i>sprite</i> .
	Permite alterar a cor do <i>sprite</i> .
	Aplica efeito de cor por um determinado período de tempo.
	Termina os efeitos visuais num <i>sprite</i> .
	Altera o tamanho do <i>sprite</i> , conforme porcentagem especificada.
	Define o tamanho do <i>sprite</i> para a porcentagem indicada.
	Indica o tamanho do <i>sprite</i> .
	Mostra o <i>sprite</i> no Palco.
	Esconde o <i>sprite</i> do Palco.
	Avança um <i>sprite</i> para a frente.
	Recua o <i>sprite</i> para trás.

Fonte: Autor da pesquisa, 2015.

No *Scratch* também é possível trabalhar com sons, os quais podem ser programados conforme execuções do *sprite*. Apresento, no quadro 4, as ferramentas do Armazém Sons.

Quadro 4: Ferramentas do Armazém Sons.

Armazém de sons	
	Toca o som selecionado.
	Toca um som e espera que o mesmo termine, antes de passar para o comando seguinte.

	Encerra todos os sons em andamento.
	Toca um som de tambor por um determinado período de tempo.
	Para de tocar por um número determinado de batidas.
	Toca uma nota musical por um determinado tempo.
	Permite mudar a instrução musical.
	Permite alterar o volume.
	Permite definir o volume do som para a percentagem especificada.
	Indica o volume do som.
	Permite alterar o ritmo num valor especificado.
	Define o ritmo para o valor indicado, em batidas por minuto.
	Indica o ritmo.

Fonte: Autor da pesquisa, 2015.

No quadro 5, apresento o Armazém Caneta. As ferramentas deste armazém são utilizadas para desenhar.

Quadro 5: Ferramentas do Armazém Caneta.

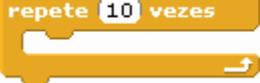
Armazém Caneta	
	Limpa o palco.
	Abaixa a caneta para desenhar.
	Sobe a caneta, parando de desenhar/riscar.
	Permite escolher a cor da caneta.
	Altera a cor da caneta.
	Permite escolher a cor da caneta.
	Altera a tonalidade da cor da caneta.

	Define o tom da caneta a partir das tonalidades.
	Altera a espessura da caneta.
	Define a espessura da caneta.
	Carimba a imagem do <i>sprite</i> no Palco

Fonte: Autor da pesquisa, 2015.

No *Scratch* existe o Armazém Controle, que permite controlar as ações dos *sprites*. No quadro 6, apresento as ferramentas que fazem parte deste Armazém.

Quadro 6: Ferramentas do Armazém Controle.

Armazém Controle	
	Quando a bandeira verde for acionada, executa os comandos que fazem parte do seu bloco.
	Quando a tecla especificada for acionada, executa os comandos do bloco.
	Clicando no <i>Sprite</i> , executa o bloco de comandos.
	Espera o tempo em segundos indicado até seguir para o próximo comando.
	Executa infinitamente os comandos contidos no laço.
	Repete um número determinado de vezes os comandos contidos no laço.
	Emite uma mensagem e espera que todos os <i>sprites</i> executem os blocos de comandos acionados por essa mensagem.
	Envia uma mensagem para todos os <i>sprites</i> e prossegue de imediato para a execução do comando seguinte
	Aguarda pela emissão de uma mensagem para executar os comandos do bloco.

	Executa os comandos contidos no laço infinitamente enquanto a condição SE for verdadeira.
	Se a condição for verdadeira, executa os comandos contidos no seu interior.
	Executa os comandos a partir da condição verdadeira ou falsa. Se verdadeira, executa os comandos contidos no SE e, se falsa, executa os comandos contidos no SENÃO.
	Espera até que uma determinada condição seja verdadeira e só depois avança para a execução do comando seguinte
	Repete os comandos até que a condição for verdadeira.
	Para a execução do bloco de comandos.
	Termina a execução do programa ou bloco de comandos.

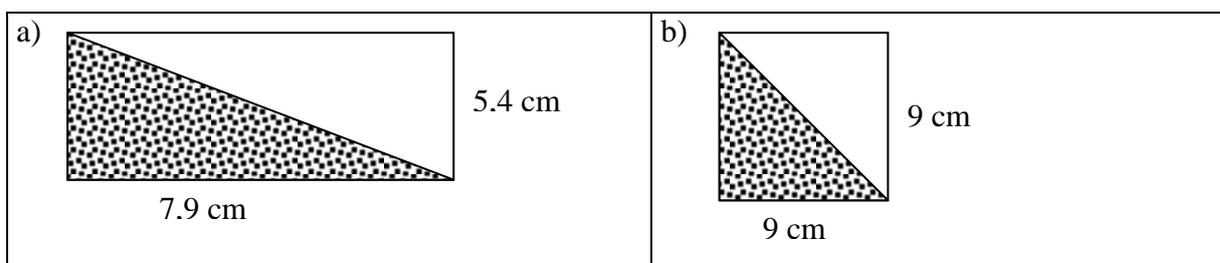
Fonte: Autor da pesquisa, 2015.

Existem ainda os comandos dos armazéns sensores, operadores e variáveis. Os mesmos não estão sendo descritos aqui, mas fazem parte da utilização do *Scratch*.

APÊNDICE B – PRÉ-TESTE – AULA 2

Pré teste

1) Calcule a área da região pontilhada das figuras:

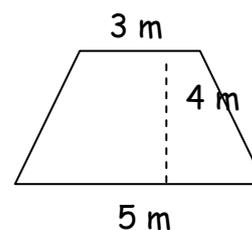
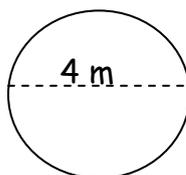


2) Calcule a área de um quadrado cujo perímetro é igual a 26 cm.

3) Observando as figuras abaixo, pode-se afirmar que:

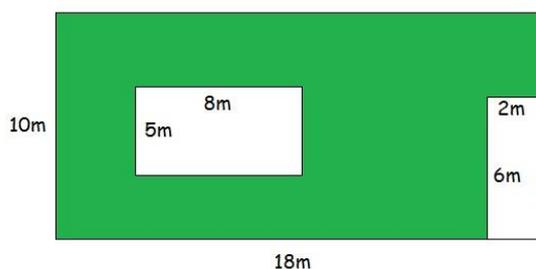


4 m



- o quadrado e o trapézio têm áreas iguais.
- o trapézio tem a maior área das três figuras.
- o quadrado e o círculo têm áreas iguais.
- o trapézio e o círculo têm áreas iguais.
- as três figuras são equivalentes em termos de área.

4) Observe a planta do pátio e responda:

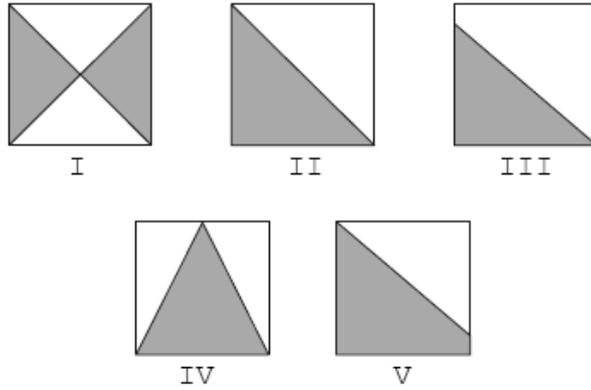


Qual é a área gramada (parte mais escura da figura) nesse pátio?

5) Os quadrados têm todos o mesmo tamanho.

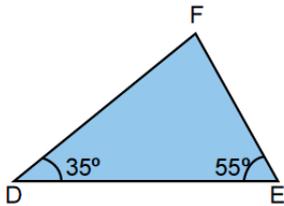
Em qual deles a região sombreada têm a **maior** área?

- a) I
- b) II
- c) III
- d) IV
- e) V

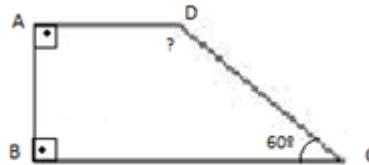


6) Nos quadriláteros a seguir, determine a medida dos ângulos:

a) Ângulo DFE



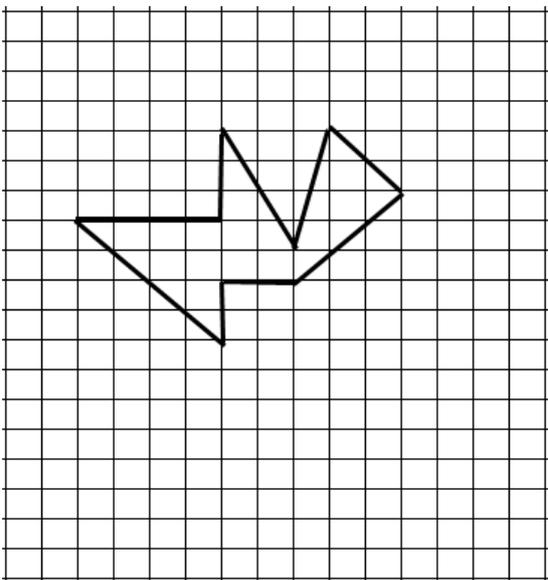
b) Ângulo ADC



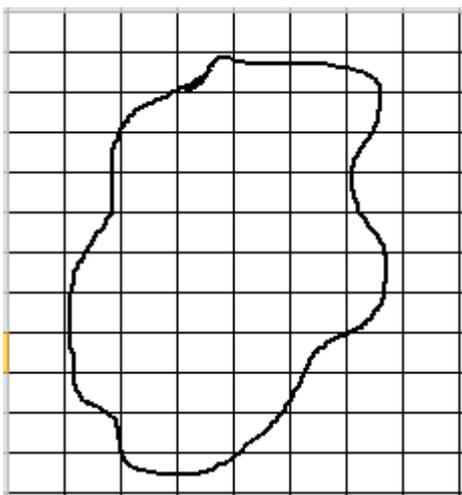
7) Calcule a área e o perímetro (aproximados) das figuras abaixo.

Obs.: Cada quadrado possui 1 cm^2 de área.

a)



b)



8) Para criarmos uma figura no *Scratch* devemos seguir uma sequência de comandos. Marque a sequência de comandos que corresponde ao desenho de um quadrado.

a) ()



b) ()



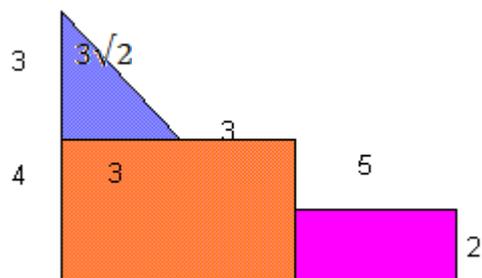
c) ()



APÊNDICE O – PÓS-TESTE – AULA 13

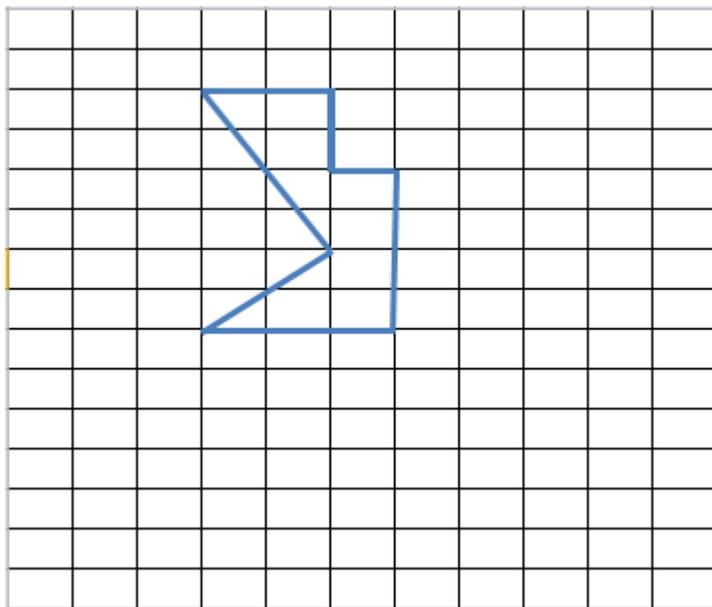
Pós-teste

1) A figura abaixo mostra três polígonos. Calcule a área e o perímetro de cada uma delas e do total da figura. As medidas estão sendo apresentadas em cm.

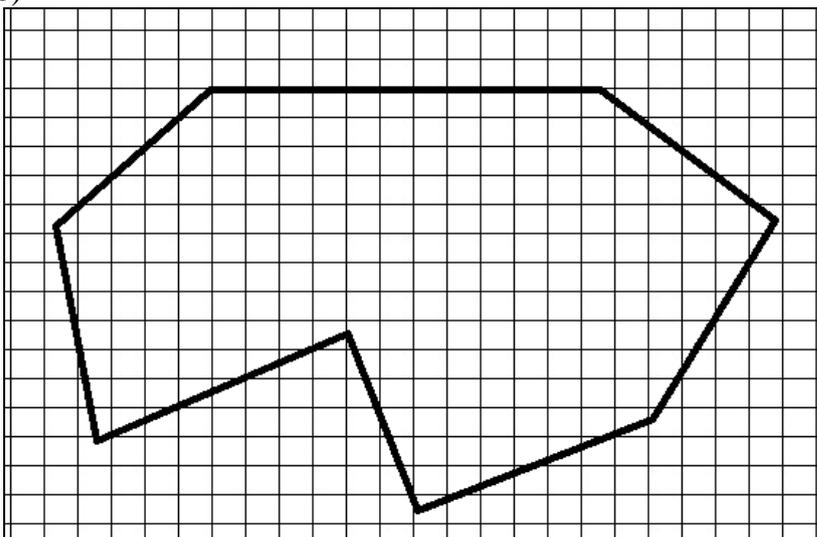


2) Calcule a área, o perímetro (aproximados) e diga os ângulos das figuras abaixo.
Obs.: Cada quadrado da área quadriculada possui 1cm^2 .

a)



b)



3) As bases de um trapézio são 4 e 8 cm. Sendo a altura igual a 3 cm, qual é a sua área e o seu perímetro?

4) Para criar um trapézio no *software S4A* são necessários os seguintes comandos:

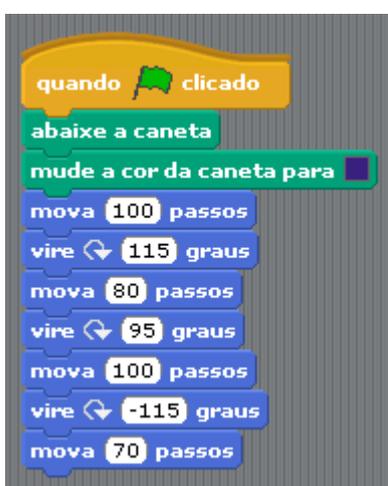
a) ()



b) ()



c) ()



5) Desenhe o ângulo que será representado a partir da sequência de comandos abaixo:



**APÊNDICE D - TERMO DE CONCORDÂNCIA DA DIREÇÃO DA INSTITUIÇÃO
DE ENSINO**

Ao senhor (a) Diretor

Eu, Maria Claudete Schorr Wildner, aluna regularmente matriculada no Curso de Pós-graduação *Stricto Sensu*, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas do Centro Universitário UNIVATES de Lajeado, RS, venho solicitar a autorização para coletar dados neste estabelecimento de ensino, para a realização de minha pesquisa de Mestrado, intitulada: “ROBÓTICA EDUCATIVA: UM RECURSO PARA O ESTUDO DE GEOMETRIA NO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL”. O objetivo geral desta investigação é identificar em que aspectos o ensino da Robótica pode contribuir na aprendizagem significativa da Geometria em uma turma de 9º ano do Ensino Fundamental.

Afirmo ainda, que as coletas de dados serão realizadas por meio de observações, questionários, fotografias, entrevistas e testes aos alunos da referida turma.

Desde já, agradeço a disponibilização, visto que a pesquisa contribuirá para o desenvolvimento do ensino da Matemática.

Pelo presente termo de concordância declaro que autorizo a realização da pesquisa prevista.

Data ____/____/____

Direção da Escola

Maria Claudete Schorr Wildner
Mestranda em Ensino de Ciências Exatas – UNIVATES

APÊNDICE E - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

Com o intuito de alcançar o objetivo proposto para este projeto: “Robótica Educativa: um recurso para o estudo de Geometria no 9º ano do Ensino Fundamental”, venho através deste documento convidar-lhe a participar desta pesquisa que faz parte da dissertação de mestrado desenvolvida no programa de Pós Graduação *Stricto Sensu*, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas, tendo como Orientadora a Professora Márcia Jussara Hepp Rehfeldt.

Deste modo, no caso de concordância em participar desta pesquisa ou deixar participar (alunos menores), ficará ciente de que a partir da presente data:

- os direitos da entrevista gravada ou respondidas (questionários) realizada pela pesquisadora, será utilizada integral ou parcialmente, sem restrições;

- Estará assegurado o anonimato nos resultados dos dados obtidos, sendo que todos os registros ficarão de posse da pesquisadora por cinco anos e após esse período serão extintos.

Será garantido também:

- Receber a resposta e/ou esclarecimento de qualquer pergunta e dúvida a respeito da pesquisa;

- Poderá retirar seu consentimento a qualquer momento, deixando de participar do estudo, sem que isso traga qualquer tipo de prejuízo.

Assim, mediante termo de Consentimento Livre e Esclarecido, declaro que autorizo minha participação nesta pesquisa, por estar esclarecido e não me oferecer nem um risco de qualquer natureza. Declaro ainda, que as informações fornecidas nesta pesquisa podem ser usadas e divulgadas neste curso Pós-graduação *stricto sensu*, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas do Centro Universitário, bem como nos meios científicos, publicações eletrônicas e apresentações profissionais.

Participante da pesquisa e/ou responsável

Pesquisadora: Maria Claudete Schorr Wildner
mclaudetesw@univates.br

Lajeado (RS) 27 de outubro de 2014.

APÊNDICE F – ORGANIZADOR PRÉVIO – AULA 03

Conteúdo: Área e perímetro de figuras irregulares.

Materiais: papel quadriculado, folha de árvore, lápis, barbante e régua.

Objetivos:

- reconhecer a diferença entre perímetro e área de figuras irregulares planas.
- calcular a área e perímetro de figuras geométricas irregulares planas.

Atividades:

- 1) Cada aluno deverá trazer uma folha de árvore.
- 2) Em uma folha quadriculada tirar o molde da folha.

Assim, depois de terem as folhas desenhadas no papel, serão feitos os questionamentos:

- E agora, como vocês poderiam encontrar a área desta figura?
 - E o perímetro, como poderíamos proceder para encontrarmos o perímetro das folhas?
- 3) Após os questionamentos e um diálogo com os alunos, os mesmos deverão calcular a área e o perímetro das figuras (folhas).

APÊNDICE G – AULA 4

Conteúdo: ângulos.

Materiais: RoboMat, computador e o *software S4A*

Objetivos:

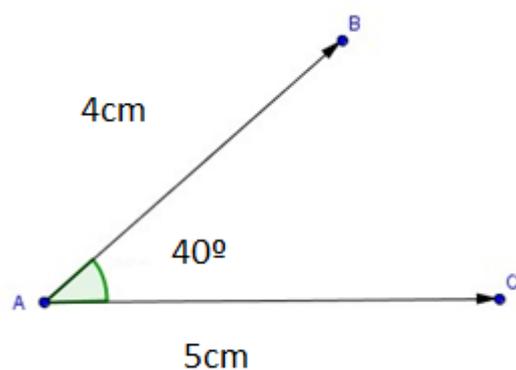
- testar diversos ângulos com o RoboMat.
- reconhecer o tamanho do ângulo do desenho realizado com o uso do RoboMat.

A partir desta aula serão realizadas diversas atividades envolvendo a geometria plana. Serão necessários alguns subsunçores por parte dos alunos para a realização das atividades. Realizarei o pré-teste da aula 2 para identificar os subsunçores faltantes, visto que os subsunçores que os alunos não possuem ou que a maioria não possui, serão trabalhados durante os encontros, através de explicações e exercícios. Descreverei na dissertação os subsunçores ausentes, bem como as atividades realizadas para suprir estas lacunas (organizadores prévios).

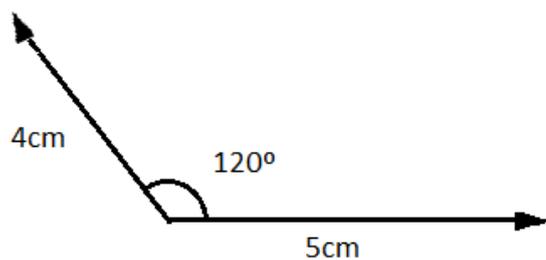
Atividades:

- Será solicitado aos alunos para programarem o RoboMat com o objetivo de traçar uma reta de 4cm. Em seguida programar o RoboMat para dar um giro de 90° a direita. Depois, para o RoboMat andar 10 cm para frente.
- Em seguida os alunos deverão programar o RoboMat para testar ângulos de 35° , 45° , 60° , 90° , 100° , 145° e 180° . Poderão criar figuras livres testando estes ângulos. Esta atividade será importante para os alunos desenvolverem o conhecimento com os ângulos. Caso alguns alunos não tenham os subsunçores necessários para a realização destas atividades, serão fornecidas explicações e atividades extras para suprir esta dificuldade.
- Após os diversos testes com os ângulos solicitarei para cada grupo desenhar com o RoboMat uma figura geométrica plana e dizer quais os ângulos foram utilizados, bem como as ordens dadas ao RoboMat.
- Os alunos deverão testar os ângulos das figuras abaixo através do RoboMat.

a)



b)



- Desenhar a figura com o RoboMat seguinte a orientação: Trace uma linha de 4 cm, vire 120° para a esquerda, ande mais 4 cm e vire novamente à esquerda. Por fim, ande mais 4 cm. Que figura geométrica se formou?

APÊNDICE H – AULA 5

Conteúdo: Conversão de medidas

Materiais: RoboMat, régua, computador e o *Software S4A*

Objetivos:

- identificar a quantidade de cm que o RoboMat anda em um determinado tempo.

Atividades:

1) Pedirei para os alunos formarem 5 grupos, pois terei 5 robôs disponíveis para esta atividade. Os alunos deverão programar o RoboMat para andar durante 5 segundos. Os alunos deverão medir a reta que o mesmo traçou andando 5 segundos e medir a reta que o mesmo traçou andando estes 5 segundos. Neste momento cada grupo deverá informar o tamanho da reta em cm.

2) Os alunos deverão programar o RoboMat para andar 1 segundo, girar 90° e andar mais 0.6 segundos. Cada grupo deverá informar a soma das retas traçadas pelo RoboMat.

3) Cada grupo deverá programar o RoboMat para traçar uma reta de 8cm. Após traçar a reta, cada grupo deverá informar o tempo que o RoboMat levou para traçar a mesma.

4) Será feita uma discussão a cerca dos resultados encontrados. Cada grupo poderá expor seus resultados.

APÊNDICE I – AULA 6

Conteúdo: figuras geométricas planas regulares.

Materiais: RoboMat, computador e o *software S4A*

Objetivos:

- desenhar triângulos com o auxílio do RoboMat e o *software S4A*.
- reconhecer as fórmulas para calcular áreas e perímetros de triângulos.
- calcular áreas e perímetros de triângulos.

Atividades:

a) Com o auxílio do RoboMat e do *software S4A* os alunos deverão programar o mesmo para desenhar um triângulo.

Durante o desenho do triângulo questionarei os alunos:

- Que tipo de figura é esta?
- Para desenhar o triângulo, quais os ângulos foram utilizados?
- Para calcular a área e o perímetro de um triângulo como devo proceder?

b) Após desenhar o triângulo os alunos deverão: calcular a área e o perímetro utilizando o *software S4A*.

c) Os alunos deverão apresentar os ângulos utilizados para desenhar o triângulo, as medidas dos lados, a área e o perímetro. Tudo isso deve ser programado no *software S4A* e apresentado na tela do computador.

Em princípio, penso em explorar apenas a fórmula da área do triângulo $A = \frac{\text{base} \times \text{altura}}{2}$. No entanto, se perceber potencialidade para o desenvolvimento de outras fórmulas também farei.

APÊNDICE J – AULA 7

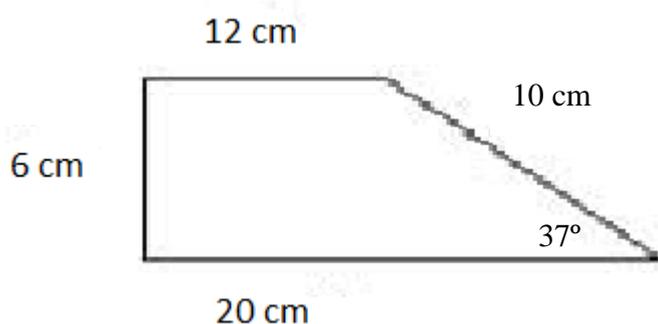
Conteúdo: figuras geométricas planas.

Materiais: RoboMat, computador e o *software S4A*

Objetivos:

- desenhar trapézios com o auxílio do RoboMat e o *software S4A*.
- calcular a área e o perímetro do trapézio.
- reconhecer as fórmulas necessárias para calcular a área e o perímetro do trapézio.
- identificar os comandos do *software S4A* necessários para a realização desta atividade.

Atividade 1: programar o RoboMat para desenhar o trapézio abaixo, calcular e informar o perímetro e a sua área.



Durante o desenho do trapézio questionarei os alunos:

- Que tipo de figura é esta?
- Para desenhar o trapézio, quais os ângulos foram utilizados?
- Para calcular a área e o perímetro de um trapézio como devo proceder?

Os alunos deverão programar o RoboMat para desenhar o trapézio conforme medidas especificadas na figura acima, sob uma área quadriculada. Esta área quadriculada é formada por quadrados de 1 cm^2 .

Após o desenho do trapézio solicitarei aos alunos para conferir a medida dos lados do trapézio, para ver se está conforme a figura dada. Será realizada uma discussão acerca do cálculo de áreas e perímetros de trapézios. A partir destes questionamentos pedirei aos alunos que calculem e informem a área e o perímetro da figura, utilizando o *software S4A* e apresentando os resultados dos mesmos a partir do *software S4A*.

APÊNDICE L – AULA 8

Conteúdo: áreas e perímetros de figuras geométricas planas.

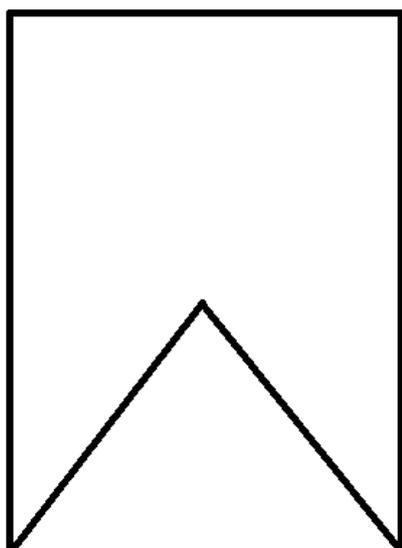
Materiais: RoboMat, computador e o *software S4A*

Objetivos:

- programar o robô utilizando o *S4A* para desenhar figuras geométricas planas.
- calcular a área e o perímetro da figura.
- reconhecer as fórmulas necessárias para calcular a área e o perímetro.
- utilizar comandos do *software S4A*.

Atividades:

- 1) A turma será dividida em 5 grupos, isto porque temos 5 robôs que poderão ser utilizados nesta atividade.
- 2) Cada grupo deverá programar o RoboMat utilizando os comandos do *S4A* para desenhar a figura, conforme modelo que segue.



A figura poderá ser desenhada em uma área quadriculada para próxima atividade. Os

alunos deverão criar a sequência de comandos para desenhar a respectiva figura no *software S4A*. Este modelo será utilizado na próxima aula, na qual deverão calcular a área e o perímetro da mesma.

Cada grupo poderá escolher as medidas que desejar para os lados da figura assim como para os ângulos, desde que a figura se assemelhe à dada, ou seja, tenha o aspecto de uma bandeirinha.

APÊNDICE M – AULA 9

Conteúdo: áreas e perímetros de figuras geométricas planas.

Materiais: RoboMat, computador e o *software S4A*

Objetivos:

- programar o robô utilizando o *S4A* para desenhar figuras geométricas planas.
- calcular a área e o perímetro da figura.
- reconhecer as fórmulas necessárias para calcular a área e o perímetro.
- utilizar comandos do *software S4A*.

Atividades:

- a) A partir da figura desenhada na aula 7, calcule e apresente a área e o perímetro, utilizando o *S4A*. Apresente através do RoboMat a divisão utilizada para encontrar a área da figura, programando o RoboMat para desenhar as partes utilizadas no cálculo da área.
- b) Cada grupo deverá apresentar o desenho da sua figura, as medidas dos lados e dos ângulos, a área e o perímetro encontrados, utilizando o *software S4A* e o RoboMat.

APÊNDICE N – AULA 10

Conteúdo: áreas e perímetros de figuras geométricas planas.

Materiais: RoboMat, computador e o *software S4A*

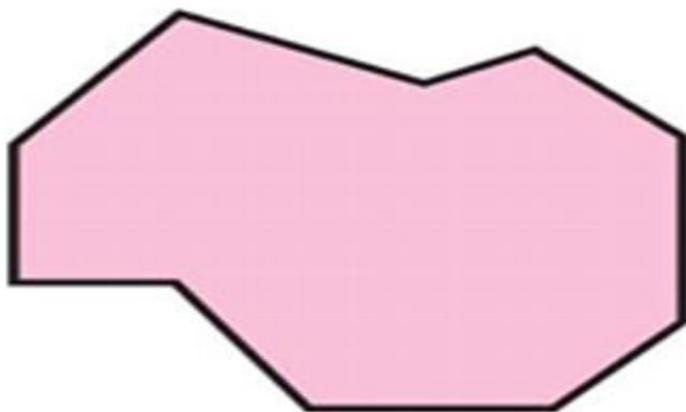
Objetivos:

- calcular a área e o perímetro das figuras.
- reconhecer a diferença entre área e perímetro de figuras geométricas.
- identificar as medidas dos lados das figuras.
- identificar os ângulos das figuras.
- utilizar comandos do *software S4A*.

Atividades:

- 1) A turma será dividida em 5 grupos.
- 2) Será entregue em uma folha a figura abaixo com as medidas dos ângulos e lados. Cada grupo deverá programar o RoboMat para desenhar a figura em uma superfície quadriculada. Logo, a partir do desenho os alunos deverão iniciar as discussões para ver como dividir a figura de forma que facilite o cálculo de sua área e perímetro.
- 3) Os alunos deverão calcular a área e o perímetro das figuras, conforme pedido, utilizando o *software S4A* e apresentando os resultados encontrados através do *S4A* na tela do computador.

a) Figura que será utilizada na atividade:



Os valores dos lados da figura, bem como os ângulos para formar o polígono, serão fornecidos pela professora.

APÊNDICE O– AULA 11

Materiais: RoboMat, computador e o *software S4A*.

Objetivos:

- calcular a área e o perímetro de figuras.
- reconhecer a diferença entre área e perímetro de figuras geométricas.
- identificar as medidas dos lados das figuras.
- identificar os ângulos das figuras.
- utilizar comandos do *software S4A*.

Atividades:

- 1) Continuação das atividades da aula 9.

APÊNDICE P – AULA 12

Conteúdo: áreas e perímetros de figuras geométricas planas, lógica de programação, comandos do *software S4A*.

Materiais: RoboMat, *datashow* computador e o *Software S4A*

Objetivos:

- calcular a área e o perímetro de figuras.
- reconhecer a diferença entre área e perímetro de figuras geométricas.
- identificar as medidas dos lados das figuras.
- identificar os ângulos das figuras.
- utilizar comandos do *software S4A*.

Atividades:

- 1) Cada grupo deverá apresentar com o auxílio do *Datashow* os resultados encontrados, bem como as estratégias utilizadas para encontrar a área e o perímetro.
- 2) Após a apresentação dos resultados, será feita uma discussão referente às diferentes soluções encontradas.

APÊNDICE Q - QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO – AULA 14

01. O uso da Robótica e do *software S4A* auxiliaram na resolução de atividades envolvendo geometria? Por quê?

02. Você acredita que o uso da robótica e do *software S4A* auxiliou na aprendizagem de quais conteúdos:

Perímetros

Áreas

Ângulos

Noções de lateralidade (esquerda e direita).

Se você assinalou um ou mais itens acima, explique de que forma a robótica colaborou neste processo.

03. O que você achou das aulas com o uso da Robótica e do *software S4A*? Justifique.

04. Você acharia interessante que mais conteúdos fossem trabalhados com esta tecnologia? Se sim, quais?

05. Quais as dificuldades que encontrou no desenvolvimento das atividades propostas. Explique detalhadamente.
