

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

VIVIANE APARECIDA DE SOUZA

**O TRABALHO EDUCATIVO COM O *SOFTWARE* DE GEOMETRIA DINÂMICA NO
QUINTO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL**

UBERLÂNDIA - MG
2017

VIVIANE APARECIDA DE SOUZA

**O TRABALHO EDUCATIVO COM O *SOFTWARE* DE GEOMETRIA DINÂMICA NO
QUINTO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Trabalho Final apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Área de Concentração: Matemática

Linha de Pesquisa: Tecnologias da Informação e Comunicação.

Orientador: Dr. Arlindo José de Souza Junior

**UBERLÂNDIA - MG
2017**

VIVIANE APARECIDA DE SOUZA

**O TRABALHO EDUCATIVO COM O *SOFTWARE* DE GEOMETRIA DINÂMICA NO
QUINTO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Trabalho apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Área de Concentração: Matemática

Linha de Pesquisa: Tecnologias da Informação e Comunicação.

Orientador: Dr. Arlindo José de Souza Junior

Apresentado em/...../..... perante a Banca Examinadora constituída pelos professores:

Prof. Dr. Arlindo José de Souza Júnior (Orientador)
Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Dra. Adair Mendes Nacarato
Universidade São Francisco

Prof. Dra. Maria Teresa Menezes Freitas
Universidade Federal Uberlândia

**UBERLÂNDIA - MG
2017**

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

-
- S729t
2017
- Souza, Viviane Aparecida de, 1976-
O trabalho educativo com o software de geometria dinâmica no quinto ano do ensino fundamental / Viviane Aparecida de Souza. - 2017. 189 f. : il.
- Orientador: Arlindo José de Souza Júnior.
Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática.
Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2018.517>
- Inclui bibliografia.
1. Ciência - Estudo e ensino - Teses. 2. Geometria (Ensino fundamental) - Estudo e ensino - Teses. 3. Ensino auxiliado por computador - Teses. 4. Inovações educacionais - Teses. I. Souza Júnior, Arlindo José de. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. III. Título.

CDU: 50:37

Glória Aparecida – CRB-6/2047

Dedico esse trabalho...

À minha mãe, **Celeida Silva**,
pelo amor, carinho, compreensão e paciência
na minha vida escolar, pessoal e profissional ...
Obrigado por acreditar sempre em mim!

Ao meu marido, **José Justino Neto**,
companheiro de todas as horas,
que contribuiu decisivamente para que esta
dissertação ficasse pronta...
Obrigada por tudo, meu amor!

e, a minha filha, **Clara de Souza Justino**,
que deu um sentido especial à minha existência
e tem me proporcionado grandes momentos de alegria.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a **Deus**, por ter me dado forças para chegar até o final e, por me dar mais essa oportunidade de aprendizado e conhecimento.

Ao meu marido **José** Justino Neto, pelo apoio e companheirismo diário.

À minha filha **Clara** de Souza Justino, por fazer parte da minha trajetória e dar um sentido especial à minha vida.

À minha mãe **Celeida** Silva, por estar sempre do meu lado nas minhas escolhas e, por me ajudar. Sem ela, eu não poderia concluir essa dissertação.

Ao meu grande irmão **Rubens** Miguel da Silva, um companheiro e um grande amigo que, mesmo na distância, continuamos inseparáveis.

Ao amigo mestre **Élton** Meireles de Moura, pela ajuda nos momentos de dificuldade no desenvolvimento desta dissertação.

À amiga **Janaína** Fátima Sousa Oliveira, companheira de projeto de pesquisa, a quem tenho muito a agradecer pela paciência e humildade.

Ao meu orientador Doutor **Arlindo** José de Souza Junior, por me proporcionar o que é ser um mestre. Obrigado por confiar em mim e acreditar que sou capaz.

À professora **Lucimar** Alves Silva Aranapela oportunidade de trabalharmos em conjunto.

A todos os **alunos integrantes do projeto**, que me proporcionaram tanto crescimento.

A todos os **profissionais atuantes na escola** onde foi desenvolvido o projeto, pelo apoio e abertura para o desenvolvimento trabalho.

A todos os **professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Uberlândia** que fizeram parte ou não de minha trajetória, mas que me proporcionaram grandes experiências e inúmeros conhecimentos.

A FAPEMIG e a CAPES, pelo apoio financeiro à pesquisa e à minha bolsa de estudos.

Obrigados a todos os **meus familiares**, que participaram de minha luta.

RESUMO

Nesta pesquisa procuramos compreender qual a viabilidade do trabalho com o software de Geometria Dinâmica no processo de ensinar e aprender geometria no quinto ano do ensino fundamental de uma escola pública. Este projeto de pesquisa teve o subsídio da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais-FAPEMIG -em parceria com a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- CAPES e foram convidados a participarem deste estudo 30 alunos que cursavam o quinto ano do ensino fundamental, nos anos de 2014 e 2015, totalizando 60 alunos e duas professoras regentes das turmas. Também houve a participação de uma equipe de pesquisadores, os quais formalizaram um trabalho coletivo, cujo intuito era buscar estratégias diferenciadas de ensino e aprendizagem sobre o uso de tecnologias na prática pedagógica. Esta equipe foi composta por uma graduanda do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Uberlândia, um Mestre em Educação Matemática, duas Mestrandas do curso de Ciências e Matemática da UFU que cursavam anos diferentes, entre elas, a pesquisadora deste estudo e também laboratorista da escola pesquisada e o professor doutor orientador. Esse estudo é caracterizado como uma pesquisa – ação e tem uma abordagem qualitativa. O Processo de produção das informações ocorreu por meio das seguintes estratégias: aulas gravadas em vídeos e transcritas; notas de campo produzidas pela pesquisadora; aplicação de questionários e entrevistas e análise das intervenções dos estudantes em diferentes blogs. Nesta pesquisa analisamos as atividades implementadas em um determinado software pelos alunos, observando a visualização, os tipos de representações possíveis, sendo elas: gráfica, língua natural, escrita algébrica e figura. Além de fazer relações com os tipos de apreensões (sequencial, perceptiva, discursiva e operatória) baseados na teoria de Duval. Conclui-se que esta prática educativa com este software é viável para estudantes desta faixa etária e que é possível desenvolver atividades diferenciadas e instigantes que auxiliem os alunos na construção do seu conhecimento sobre geometria.

Palavras-Chave: Laboratório de Informática, Ensino e Aprendizagem, software de Geometria Dinâmica, Educação Matemática, Trabalho Coletivo, Teoria de R. Duval, Anos Iniciais.

ABSTRACT

In this research we try to understand the feasibility of working with Dynamic Geometry software in the process of teaching and learning geometry in the fifth year of elementary school in a public school. This research project was funded by the Minas Gerais Research Support Foundation (FAPEMIG), in partnership with the Coordination of Improvement of Higher Education Personnel (CAPES), and 30 students were invited to attend the fifth year of primary education, In the years 2014 and 2015, totaling 60 students and two teachers regents of the classes. Also a group of researchers participated, which formalized a collective work, whose purpose was to seek differentiated strategies of teaching and learning about the use of technologies in pedagogical practice. This team was composed by a graduate of the Mathematics Degree course of the Federal University of Uberlândia, a Master in Mathematics Education, two Masters of Science and Mathematics from UFU who studied different years, including the researcher of this study and also a laboratory Of the researched school and the professor doctor advisor. This study is characterized as action research and has a qualitative approach. The process of producing information occurred through the following strategies: lessons recorded in videos and transcribed; Field notes produced by the researcher; Application of questionnaires and interviews and analysis of student interventions on different blogs. In this research we analyze the activities implemented in a given software by the students, observing the visualization, the types of possible representations, being: graphic, natural language, algebraic writing and figure. In addition to making relations with the types of seizures (sequential, perceptive, discursive and operative) based on Duval's theory. It is concluded that this educational practice with this software is feasible for students of this age group and that it is possible to develop differentiated and stimulating activities that help students in building their knowledge about geometry.

Keywords: Laboratory of Informatics, Teaching and Learning, software of Dynamic Geometry, Mathematical Education, Collective Work, Theory of R. Duval, Initial Years.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Área de trabalho do GeoGebra | 33 |
| Figura 2 - Interface do GeoGebra | 35 |
| Figura 3 – Blocos de sala de aula | 44 |
| Figura 4 – Foto Panorâmica do Laboratório de Informática | 45 |
| Figura 5 – Novo Posicionamento das Máquinas no Laboratório de Informática | 45 |
| Figura 6 – <i>Blog Mãe</i> : Blogando | 58 |
| Figura 7 – Fluxograma de <i>blogs</i> | 59 |
| Figura 8- Passeio ao Laboratório de Física da UFU | 62 |
| Figura 9- Os alunos intrigados com a ilusão de ótica “Por que ele parece estar flutuando?” | 66 |
| Figura 10- Imagem do Kit Lego <i>Mindstorms</i> | 67 |
| Figura 11- Montagem da Maquete dos pavilhões de salas da escola municipal | 68 |
| Figura 12- Interface do <i>Poly Pro 32</i> | 69 |
| Figura 13- Traçando retas sobre um mesmo ponto | 74 |
| Figura 14- Exercício 5 | 75 |
| Figura 15- Construção de figuras geométricas | 76 |
| Figura 16- Amostra de desenhos criados com polígonos no GeoGebra | 77 |
| Figura 17-- Desenho intitulado O pássaro | 78 |
| Figura 18- Obra O Carnaval | 79 |
| Figura 19- A obra O touro com os destaques dos ângulos | 79 |
| Figura 20-Registro do grupo Hard Badass | 80 |
| Figura 21- Registro feito pelos alunos | 81 |
| Figura 22- Modelo feito no GeoGebra | 81 |
| Figura 23- Registro do grupo <i>Powermonster</i> Monster | 81 |
| Figura 24- Formas e Figuras- Grupo Garotas Rosas | 82 |
| Figura 25- Trabalho de aluno | 84 |

| | |
|--|-----|
| Figura 26- Desenho do Mosaico | 84 |
| Figura 27- Retângulos, quadrados e losangos | 85 |
| Figura 28- Triângulo Sierpinski feito com o auxílio do GeoGebra por um aluno do 5º C | 87 |
| Figura 29- Planificação do Cubo feito no GeoGebra | 88 |
| Figura 30- Construção da maquete das salas de aula | 89 |
| Figura 31- Grupo de Robótica | 90 |
| Figura 32- Resultado da primeira aula: os dois “carros robôs” | 91 |
| Figura 33- O comando <i>Move</i> | 91 |
| Figura 34- Alteração dos dados | 93 |
| Figura 35- Percurso do Robô na maquete para a coleta do lixo | 93 |
| Figura 36- Ilustração da maquete | 95 |
| Figura 37- Representação do desenho feito no GeoGebra | 95 |
| Figura 38- Construção do blocos de sala da maquete – construção de aluno | 97 |
| Figura 39- Planificação feita a partir da atividade de aluno | 97 |
| Figura 40- Atividade 1 | 108 |
| Figura 41- Registro de conclusão da atividade do Grupo Pop Star | 111 |
| Figura 42- Resolução da atividade no GeoGebra | 111 |
| Figura 43-Atividade apresentada pela aluna Débora 5ºC | 114 |
| Figura 44- Construção de uma paisagem (O pássaro) usando o GeoGebra, | 116 |
| Figura 45- Criação O tanque | 119 |
| Figura 46- Registro do Grupo 5 | 120 |
| Figura 47- Resultado final do trabalho no GeoGebra | 121 |
| Figura 48- Tipo de distorção promovida na fotografia | 122 |
| Figura 49- Exemplo de reconfiguração | 123 |
| Figura 50- Outra simulação de tratamento chamado de reconfiguração | 124 |
| Figura 51- Atividade de aplicação | 125 |
| Figura 52- Operação da medida do perímetro do quarteirão | 128 |
| Figura 53- Desenho da maquete com as medidas | 128 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|-----|
| Gráfico 1 - Pesquisa com a utilização do <i>Software</i> GeoGebra no Ensino Básico | 39 |
| Gráfico 2 - Informática e Matemática | 100 |
| Gráfico 3 - A importância das tecnologias para o ensino de Matemática | 100 |
| Gráfico 4 - Respostas dos alunos ao questionário final: Como você avalia o projeto? | 130 |
| Gráfico 5 - Avaliação do projeto pelos alunos | 131 |

LISTA DE TABELA

| | |
|--|-----|
| Tabela 1 -Relação das atividades desenvolvidas com os alunos do quinto ano e as apreensões e representações entrelaçadas no processo cognitivo necessário no aprender matemático | 105 |
|--|-----|

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVA - Ambiente Virtual de Aprendizagem

CAPES –Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CEP - Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos

CNE - Conselho Nacional de Educação

EaD -Educação a Distância

EMEI- Escola Municipal Ensino Infantil

FAMAT - Faculdade de Matemática

INEP - Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

LEM - Laboratório de Ensino de Matemática

MEC - Ministério da Educação

OA - Objetos de Aprendizagem

PCNS - Parâmetro Curricular Nacional

RIVED - Rede Interativa Virtual de Educação

TE - Tecnologias Educativas

TIC - Tecnologia de Informação e Comunicação

UFU - Universidade Federal de Uberlândia

ZDP - Zona de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| INTRODUÇÃO | 29 |
| CAPÍTULO 1 | 37 |
| TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO APLICADAS AO ENSINO DA GEOMETRIA | 37 |
| 1.1. Considerações Iniciais..... | 37 |
| 1.2 A Geometria do Quinto Ano do Ensino Fundamental | 38 |
| 1.3 A Geometria Dinâmica..... | 46 |
| CAPÍTULO 2-TRAJETÓRIA METODOLÓGICA | 58 |
| 2.1. Considerações Iniciais..... | 58 |
| 2.2A escola..... | 61 |
| 2.3 Técnicas utilizadas na pesquisa qualitativa | 63 |
| 2.3.1 Observação Participante..... | 64 |
| 2.3.2 Entrevista..... | 65 |
| 2.3.3 Filmagens | 66 |
| 2.3.4 Notas de Campo | 67 |
| 2.3.5 Questionários..... | 67 |
| 2.3.6 Registros produzidos pelos alunos | 68 |
| 2.3.7 Fotografias..... | 69 |
| CAPÍTULO 3-ATIVIDADES DESENVOLVIDAS | 70 |
| 3.1. Trabalho coletivo | 70 |
| 3.1.1. EIXO I -Integração do <i>Software</i> GeoGebra com outras Mídias..... | 71 |
| 3.1.1. GeoGebra e <i>Blogs</i> | 73 |
| 3.1.2 GeoGebra e a Robótica | 82 |
| 3.2 Eixo II Produção dos alunos..... | 89 |
| 3.2.1 Atividades no GeoGebra | 89 |
| 3.2.1.1 O ponto e as retas | 91 |
| 3.2.1.3 Desenhando com o GeoGebra..... | 93 |
| 3.2.1.4 Ângulo construção e definição | 96 |
| 3.2.1.4.1 Medindo ângulos na obra de Tarcila Amaral | 96 |
| 3.2.1.5 Reconhecendo polígonos pelo nome..... | 98 |

| | |
|---|-----|
| 3.2.1.6 Fotografando Figuras Geométricas | 98 |
| 3.2.1.7 Quadrados, retângulos e losango..... | 103 |
| 3.2.1.8 Fractais no quinto ano do ensino fundamental é possível? | 104 |
| 3.2.1.9 Figuras espaciais no GeoGebra 3D | 106 |
| 3.2.1.10 Trabalhando com a robótica..... | 109 |
| ANÁLISE DOS DADOS | 118 |
| Episódio 1: Infinitas Retas | 123 |
| Episódio 2: Retas, semirretas e segmentos..... | 127 |
| Episódio 3: Reconhecendo os Polígono nas Paisagens feitas no Geogebra..... | 131 |
| Episódio 4: Reconhecimento das figuras geométricas nos registros fotográficos feitos pelos alunos | 134 |
| Episódio 5- Atividade com a robótica..... | 140 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | 149 |
| REFERÊNCIAS | 154 |
| ANEXO II- QUESTIONÁRIO DOS ALUNOS - FINAL | 171 |
| ANEXO III- QUESTIONÁRIO DOS ALUNOS - INICIAL | 173 |
| ANEXO IV- TERMO DE LIVRE CONSENTIMENTO ESCLARECIDO – PAIS | 177 |
| ANEXO V- TERMO LIVRE CONSENTIMENTO ESCLARECIDO – ALUNO..... | 179 |
| ANEXO VI- QUESTIONÁRIO – PROFESSOR | 181 |
| ANEXO VII- ENTREVISTA | 182 |
| ANEXO VIII - ATIVIDADES DE GEOMETRIA PARA 5º ANO – 2014 | 185 |
| ANEXO IX- CONSTRUÇÃO DE ÂNGULO NO GEOGEBRA..... | 190 |
| ANEXO IX- CONSTRUÇÃO DO TRIÂNGULO DE SIERPINSKI NO GEOGEBRA | 191 |
| ANEXO X- CONSTRUÇÃO DO TRIÂNGULO DE SIERPINSKI NO GEOGEBRA COM A FERRAMENTA DE REPETIÇÃO | 194 |
| ANEXO XII: AULA DO GEOGEBRA COM A ROBÓTICA | 195 |

INTRODUÇÃO

Para dar início a este trabalho, descrevo¹ a minha trajetória dos primeiros contatos com as tecnologias da informação e comunicação e, de forma breve, também descrevo minha formação escolar e acadêmica.

Sou natural de Ituiutaba- MG, mas aos 4 (quatro) anos de idade, minha família se mudou para Uberlândia-MG, cidade onde cursei todo o ensino básico e o médio em escolas estaduais. No ano de 1997, prestei vestibular para o Curso ‘Ciências da Computação’ na Universidade Federal de Uberlândia- UFU. Este curso era anual e, por este motivo, optei, novamente, por prestar o vestibular de junho, pelo curso de Licenciatura em ‘Matemática’, pois tinha afinidade com o conteúdo e poderia aproveitar algumas disciplinas afins com a computação.

No curso ‘Ciências da Computação’, foi oferecida uma disciplina, no primeiro período, chamada Introdução à Computação², disciplina obrigatória. Ela não me chamou tanta atenção quanto as disciplinas cujo conteúdo era apenas matemático. Esse foi praticamente o meu primeiro contato com as tecnologias da informação. Apaixonei-me pelo curso de ‘Matemática’ e resolvi deixar o Curso ‘Ciências da Computação’. Durante toda a graduação, tive outras disciplinas que estreitaram meu contato com as Tecnologias da Informação e Computação - TICs, tais como o Cálculo Numérico³, que utilizou a simulação computacional de problemas físicos para explicar os fundamentos dos principais métodos numéricos. Importante destacar que, durante todo o período do curso de graduação, utilizei os micros da UFU para eventuais trabalhos, não possuía condições financeiras para adquirir um computador.

¹Nossa opção foi por utilizar a primeira pessoa do singular, nessa parte do trabalho, para demonstrar a familiaridade e o domínio das informações do relato, tão pessoal.

²Ficha da Disciplina disponível em:

<<http://www.portal.famat.ufu.br/sites/famat.ufu.br/files/Anexos/Bookpage/introdu%C3%A7%C3%A3o%20%C3%A0%20ci%C3%A2ncia%20da%20computa%C3%A7%C3%A3o-GMA038.pdf>> Acesso em: 29 jun. 2015.

³Ficha da Disciplina disponível em:

<<http://www.portal.famat.ufu.br/sites/famat.ufu.br/files/Anexos/Bookpage/c%C3%A1lculo%20num%C3%A9rico-GMA019.pdf>> Acesso em: 29 jun. 2015.

Em 2001, concluí o curso de Licenciatura em Matemática e, em 2002, iniciei uma especialização em Docência no Ensino Superior na UFU. Neste mesmo ano, participei de um concurso público para professor de Matemática na Rede Municipal, no qual fui aprovada.

Fiquei distante da vida acadêmica até o ano de 2005, quando prestei um processo seletivo em nível Federal para professor substituto na Escola de Educação Básica da UFU- ESEBA. Neste mesmo ano, resolvi concorrer a uma vaga no Mestrado em Engenharia Elétrica da UFU, na linha de pesquisa ‘Processamento da Informação na área de Inteligência Artificial’⁴, no qual iniciei como aluna regular no ano de 2006, assim também como professora substituta na ESEBA.

A minha experiência como professora na ESEBA foi enriquecedora, tive oportunidade de trabalhar com turmas de 3º e 5º anos, porém, o diferencial estava no Laboratório de Informática da escola que possuía um professor de apoio técnico e auxiliar do uso do laboratório. Nos momentos de uso do laboratório, os alunos se mostravam interessados além de empolgados. Consideramos que essa empolgação é importantíssima para o aprendizado dos conteúdos matemáticos. Os horários eram agendados conforme a minha necessidade, enquanto educadora das turmas, e eu os utilizava como recurso de fixação dos conteúdos trabalhados, com jogos de raciocínio lógico voltados para as quatro operações, ou pesquisa na internet.

Minha carga horária, nesse período de 2006 a 2008, exigiu uma dedicação maior, enquanto educadora e estudante, pois eram um total de 40 h/a na ESEBA e 20 h/a na Prefeitura, mais as disciplinas do Curso de Mestrado. Essas disciplinas não tinham afinidade com o curso de Matemática. Nesse período, eu trabalhava nos períodos da manhã e da tarde na ESEBA, com intervalos nos quais cursava as disciplinas e, à noite, trabalhava com Educação de Jovens e Adultos – EJA, a qual também foi uma experiência gratificante.

No curso de Mestrado, fiz 6 (seis) disciplinas, entre elas ‘Rede Neural- RN’ e ‘Algoritmos Genéticos – AG’, que me chamaram mais atenção, e procurei escrever a minha dissertação voltada para um desses dois temas.

⁴ Linhas de Pesquisa da Pós-Graduação em Eng. Elétrica disponível em:
<<http://www.posgrad.eletrica.ufu.br/node/38>> Acesso em: 29 jun. 2015.

O tema escolhido para a dissertação foi AG e como produto final foi desenvolvido um *software* em linguagem Java, o qual tinha como entrada uma função matemática e como saída a plotagem em 2D desta função com a análise e animação dos pontos ideais, segundo o AG. Por motivos de saúde, tive que abandonar o curso antes da qualificação.

Continuando, em 2009, houve recrutamento interno de professores da prefeitura para trabalhar nos laboratórios de informática educativa. Para esse feito, seria necessário ser aprovada em uma seleção que abrangia os temas: Conhecimentos Gerais, Português e Informática.

Em 2010, iniciei minha nova jornada como professora de informática educativa em uma escola de ensino fundamental I (2º período ao 5º ano – 4 a 11 anos).

Estas escolas contavam com o programa PROINFO (Programa Nacional de Tecnologia Educacional) e DIGITANDO O FUTURO visando promover o acesso à informática como direito dos alunos e, ao mesmo tempo, capacitar professores para se apropriarem desse recurso como ferramenta didática, a fim de prepararem aulas voltadas para os interesses dos educandos. O Ministério da Educação e Desporto implantou em nove de abril de 1997, pela Portaria Nº 522, o PROINFO⁵ destinado às escolas públicas brasileiras.

O PROINFO é um programa educacional que visa promover o uso pedagógico da informática na rede pública de ensino fundamental e médio, para atuar tanto no segmento urbano quanto no segmento rural. O programa leva às escolas computadores, recursos digitais e conteúdos educacionais. Porém, o Distrito Federal, estados e municípios devem garantir a estrutura adequada para receber os laboratórios e capacitar os educadores para usar as máquinas e tecnologias envolvidas. Com o surgimento do PROINFO surge uma questão crucial: como incorporar as novas tecnologias não apenas no manuseio, mas também na utilização pedagógica para provocar impactos positivos na escola? Os equipamentos são valiosos quando incorporados, conscientemente, ao projeto pedagógico da instituição. Na década de 90, o MEC elaborou o Programa “Salto para o Futuro” (MEC, 1998) para estimular a incorporação da informática na educação. De acordo com o programa,

Não se trata de informatizar a parte administrativa da escola (como o controle das notas ou dos registros acadêmicos), ou de ensinar informática para os jovens (eles aprendem sozinhos, fuçando, experimentando, testando sua curiosidade, ou quando

⁵Portaria 522 de 1997, disponível em Domínio Público <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me001167.pdf>> Acesso em: 30 jun. 2015.

precisam usar este ou aquele software ou jogo). O problema está em como estimular os jovens a busca novas formas de pensar, de procurar e de selecionar informações, de construir seu jeito próprio de trabalhar com o conhecimento e de reconstruí-lo continuamente, atribuindo-lhe novos significados, ditados por seus interesses e necessidades. Como despertar-lhes o prazer e as habilidades da escrita; a curiosidade para buscar dados, trocar informações, atizar-lhes o desejo de enriquecer seu diálogo com o conhecimento sobre outras culturas e pessoas, de construir peças gráficas, de visitar museus, de olhar o mundo além das paredes de sua escola, de seu bairro ou de seu País [...](MEC, 1998, p. 50).

O PROINFO, em conformidade com a Secretaria de Educação a Distância (Seed), “é um marco na democratização do acesso às modernas tecnologias de informática e telecomunicações – a telemática” (MEC, 2000, Prefácio). Com o intuito de embasar o funcionamento do PROINFO, isto é, de estimular a integração dos recursos da informática na formação regular dos alunos, citamos a LDB (LEI N° 9.394/96)⁶, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs, 1997) e o Plano Nacional de Educação (LEI N° 10.172)⁷. Segundo a LDB (BRASIL, 1996), “a educação [...] tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho”. (art. 2°). Dessa forma, o ensino fundamental tem como objetivo a formação básica do aluno mediante: “a compreensão do ambiente natural e social, do sistema político, da tecnologia, das artes e dos valores em que se fundamenta a sociedade”. (art. 32, inciso II).

Além do PROINFO, as escolas da rede municipal de Uberlândia contam hoje com o auxílio de outro grande projeto que visa à informática educativa: O DIGITANDO O FUTURO.

Como apresentado:

O Digitando o Futuro evoluiu de um projeto de informatização para a intervenção pedagógica. A curto prazo, resultou na melhoria do desempenho dos alunos e professores, maior interesse pelos conteúdos e diminuição do número de faltas às aulas. Estamos adquirindo uma liberdade jamais vista na educação, disse Vivaldi Cunha Filho, coordenador do Programa Digitando o Futuro (REPORTAGEM TRIÂNGULO NOTÍCIAS, 29 mar. 2009).

Continuando a reportagem, tem-se a explicação do material assistido pelo programa Digitando o Futuro:

⁶ LDB, Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 <<http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/ldb.pdf>> Acesso em: 30 jun. 2015.

⁷ Lei nº 10.172, DE 09 de Janeiro de 2001

<http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf_legislacao/tecnico/legisla_tecnico_lei10172.pdf> Acesso em: 30 jun. 2015.

[...] Por meio do “Digitando o Futuro”, 49 escolas municipais receberam laboratórios de informática e passaram a promover inclusão social, via inclusão digital. Graças ao projeto, foram implantados laboratórios de informática no Centro Municipal de Estudos e Projetos Educacionais Julieta Diniz (Cemepe) e na Biblioteca Pública Municipal. Ao todo são 51 salas multimídia, cada uma com 20 microcomputadores (em média), com acesso à internet, câmera fotográfica digital, impressoras e aparelhos de ar condicionado. Foram ainda informatizadas 49 bibliotecas escolares, o setor de pesquisas da Biblioteca Pública Municipal e a Biblioteca do Professor, localizada no Cemepe. Com o “Digitando o Futuro” houve uma nova demanda de professores especiais e o desenvolvimento das habilidades profissionais dos usuários em áreas como vídeo, marketing, jornalismo e produção cultural (REPORTAGEM TRIÂNGULO NOTÍCIAS, 29 mar. 2009).

O projeto “Digitando o Futuro” tinha como objetivo central “a universalização do acesso às tecnologias da informação, informática e internet através da utilização da estrutura física das escolas públicas municipais como indutor da inclusão digital da população em geral” (MEDEIROS, 2013, p.117)

Esses dois projetos⁸ são assistidos pelo Núcleo de Tecnologia e Educação (NTE)⁹ da rede de educação do município de Uberlândia. O NTE presta serviço hoje para 40 escolas na zona urbana e 13 na zona rural e 53 escolas de Ensino Infantil-EMEI. O atendimento oferece a manutenção das máquinas do Digitando o Futuro, da internet e eventuais dúvidas dos professores laboratoristas que auxiliam os professores no laboratório de informática das escolas, o PROINFO oferece um telefone gratuito para problemas técnicos ou de manutenção das máquinas.

Algumas escolas municipais contam apenas com um dos dois projetos, outras com ambos como é o caso da escola onde atuo.

Em 2012, preocupada com a utilização do laboratório de informática, como afirmou Alvarenga (2011) em sua pesquisa: certas tecnologias ainda são muito recentes para determinados professores, as tornando, muitas vezes, subutilizadas (ALVARENGA, 2011). Não que estejam utilizando de forma errônea, mas sem todo o seu potencial de uso, como exemplo apenas para digitações, ao invés do uso de *softwares* para auxiliar suas aulas. E tendo em vista a importância de se desenvolver um trabalho sério com as

⁸Os programas Proinfo e Digitando o Futuro estão em anexo na pesquisa de MEDEIROS (2013). A autora faz uma breve análise das políticas de inclusão digital na rede pública de ensino de Uberlândia.

⁹ Site do Portal da Prefeitura de Uberlândia/ NTE.

Disponível em: <<http://www.uberlandia.mg.gov.br/2014/secretaria-pagina/30/2427/cemepe.html>>
Acesso em: 30 jun. 2015.

TIC, não apenas as transformando em mais um recurso de ensino-aprendizagem, mas resignificando o seu uso, escrevi e encaminhei um projeto¹⁰ de pesquisa a Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), cujo foco era buscar estratégias diferenciadas de ensino e aprendizagem, para futuramente desenvolver políticas de formação docente para a elaboração de estratégias e orientações sobre o uso diferenciado de tecnologias na prática pedagógica na escola envolvida. O projeto foi aceito e, no segundo semestre de 2013, teve início em parceria com a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), possibilitando que a Universidade e a Escola pudessem estreitar suas relações no avanço de práticas educativas com tecnologias.

No segundo semestre de 2013, participei do processo de seleção da primeira turma de Mestrado em Ciências e Matemática UFU¹¹, foi válido pela experiência, porém, fui aprovada apenas na segunda turma em 2014.

Desenvolvi sob orientação do professor Doutor Arlindo José o projeto de pesquisa-ação que contava com uma equipe de 6 (seis) pessoas. Eu participava do projeto como laboratorista e como mestranda da Universidade Federal de Uberlândia. Tinha a função de fornecer todo o aparato necessário aos demais pesquisadores e às professoras regentes das turmas de segundo período ao quinto ano da escola pesquisada na utilização do laboratório de informática. No entanto, para o enfoque desta pesquisa foram registrados os dados para análise apenas das turmas de quinto anos.

Os demais participantes desta pesquisa foram a professora regente das turmas, sendo 2 (duas) professoras regentes do quinto ano. Uma colaborou no segundo semestre de 2014 e outra, no ano de 2015, 1 (um) Mestre e graduando em bacharelado em sistemas de informação pela Universidade Federal de Uberlândia, 1 (uma) mestranda que cursava o segundo ano do mestrado profissional em Ciências e Matemática e 1(um) Doutor professor da Universidade federal de Uberlândia, orientador das duas mestrandas.

O presente estudo teve como objetivo principal buscar estratégias diferenciadas de ensino e aprendizagem sobre o uso de tecnologias na prática pedagógica.

Esta pesquisa teve como objetivos secundários comuns:

¹⁰Projeto aceito pela FAPEMIG no Anexo 1.

¹¹ Site do programa disponível em:<<http://www.pggecm.ufu.br/>> Acesso em: 16 jul. 2015.

- Fazer um levantamento de pesquisas que utilizaram os conceitos dos Registros Semióticos da Teoria de R. Duval para a análise das atividades desenvolvidas no Laboratório de Informática.
- Desenvolver atividades no Laboratório de Informática que atendessem os conteúdos sugeridos pelos professores do ensino fundamental.
- Relacionar, distinguir e analisar as apreensões desenvolvidas em cada atividade proposta aos alunos de quinto ano de acordo com a Teoria De R. Duval.
- Relacionar, distinguir e analisar os tipos de representações encontradas nas atividades desenvolvidas de acordo com a Teoria de R. Duval.
- Construir com os alunos de cada turma *blogs* para que eles pudessem registrar as descobertas, os desafios e as propostas para/sobre o uso do laboratório de informática, relacionado com a aprendizagem de Matemática, além de promover a interação entre os membros do processo de ensino e aprendizagem.
- Disponibilizar o material pedagógico, criado em ambiente virtual (sítio apropriado) para pesquisa dos professores.

Como objetivos secundários da pesquisa sobre o uso de *softwares*

- Apresentar o *software* GeoGebra.
- Incentivar a investigação por parte dos alunos de alguns conceitos específicos da geometria do ensino fundamental com o uso do *software* GeoGebra.
- Refletir juntamente com os alunos e professores sobre o desenrolar das atividades realizadas pelos alunos.
- Refletir com os alunos se e como o *software* auxiliou a construção do conhecimento matemático.

Nesta perspectiva de pesquisa, buscamos **compreender qual a viabilidade do trabalho com o *software* de Geometria Dinâmica no processo de ensinar e aprender Geometria no 5º ano do Ensino Fundamental em uma escola pública.**

Para melhor organização e visualização da pesquisa, organizamos o texto da seguinte forma:

O primeiro capítulo compôs-se de uma revisão bibliográfica das pesquisas já realizadas sobre GeoGebra nos anos iniciais do ensino fundamental com a finalidade de apreender subsídios teóricos e amparar a pesquisa.

No segundo capítulo, discuti sobre a metodologia de pesquisa utilizada para desenvolvimento do projeto na instituição, juntamente com a definição dos materiais e instrumentos utilizados. Além disso. Nesta parte também houve a apresentação dos participantes do trabalho e suas funções, e, ainda, a descrição da instituição e dos ambientes de pesquisa.

Os resultados da intervenção pedagógica, por meio da pesquisa coletiva encontram-se no terceiro capítulo, os quais são expostos em dois eixos de análise. No eixo 1 consta a trajetória do trabalho dentro da instituição, a organização do trabalho educativo com o *software* de Geometria Dinâmica. O eixo 2 apresenta como ocorreu a interação dos alunos com o *software* GeoGebra e apresenta algumas atividades desenvolvidas com as turmas de quinto ano.

No capítulo quatro, apresentamos cinco episódios retirados das aulas vídeo gravadas e transcritos e das notas de campo feitas pelos pesquisadores. Estes episódios tiveram como objetivo evidenciar os processos cognitivos descritos por Duval (1999), sendo os mesmos relacionados à visualização, ao processo do raciocínio e de construção por ferramentas. Esta análise teve a finalidade de justificar a viabilidade do trabalho com o *Software* GeoGebra no quinto ano do ensino fundamental.

CAPÍTULO 1

TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO APLICADAS AO ENSINO DA GEOMETRIA

Neste capítulo, delineamos a fundamentação teórica que subsidiou nossas análises e nos auxiliou nos resultados relacionados às Tecnologias da Informação aplicadas ao ensino da Geometria.

1.1. Considerações Iniciais

Prensky (2001), um dos primeiros pesquisadores a utilizar o termo “nativos digitais”, afirma que os estudantes mudaram radicalmente e não são mais aqueles para os quais nosso sistema educacional foi criado. Para este autor, os nativos digitais são os atuais estudantes, que possuem facilidades em manusear novos *softwares*, *smartphones*, *tablets*, entre outros recursos tecnológicos, pois são ferramentas que já existiam antes de seu nascimento, com as quais eles aprenderam a manusear naturalmente, sem grandes esforços, apenas investigando, mexendo, não necessitando ao menos do auxílio de manuais.

Esses alunos, de acordo com o estudo de Alvarenga (2011), demonstram interesse em utilizar os recursos tecnológicos na escola, justamente porque os utilizam como “entretenimento”. A internet, por exemplo, pode lhes possibilitar ouvir música, assistir a vídeos, jogar, fazer novos amigos e até mesmo namorar. Daí a necessidade de o professor envolver esse educando e resgatar o seu interesse em adquirir novas habilidades e utilizar as novas tecnologias com o cunho educativo.

De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica:

[...]hoje, exige-se do professor mais do que um conjunto de habilidades cognitivas, sobretudo se ainda for considerada a lógica própria do mundo digital e das mídias em geral, o que pressupõe aprender a lidar com os nativos digitais. Além disso, lhe é exigida, como pré-requisito para o exercício da docência, a capacidade de trabalhar cooperativamente em equipe, e de compreender, interpretar e aplicar a linguagem e os instrumentos produzidos ao longo da evolução tecnológica, econômica e organizativa. (DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS GERAIS DA EDUCAÇÃO BÁSICA, 2013, p. 59)

As tecnologias - como os ambientes multimídia, entendidos como ambientes digitais ou Tecnologias da Informática e Computação - TIC incorporam diversas mídias (escrita, visual e sonora) possibilitando a apresentação de conteúdos de forma lúdica e dinâmica, facilitando aos alunos, por meio de associação entre textos, sons e imagens em movimento, o entendimento de conceitos considerados abstratos, difíceis de serem entendidos apenas com uma leitura de texto ou explicação do professor. Na matemática, por exemplo, é muito mais fácil entender o que é uma aresta manipulando um *software* dinâmico 3D e construindo seu desenho, que apenas ouvindo as explicações do professor com quadro branco.

Ribeiro (2010) afirma que, em escolas que utilizam a produção de pesquisas e a escrita em ambientes com as TIC, pouco tem sido feito para que os alunos adquiram habilidades do letramento digital relacionadas às novas maneiras de ler, escrever em ambientes digitais, ao manuseio crítico e constante de informações e de uso dessas últimas para a construção individual e coletiva do conhecimento, a interagir com os outros usuários da rede para os mais diversos fins. Com o intuito de garantir um aprendizado que utilize adequadamente estes ambientes e todas as ferramentas disponíveis desde o ensino fundamental, a presente pesquisa propõe uma abordagem de trabalhos recentes desenvolvidos sobre as ferramentas utilizadas a fim de dar um suporte teórico e amparar a pesquisa sugerida.

1.2 A Geometria do Quinto Ano do Ensino Fundamental

Inicialmente vamos direcionar nosso olhar para a geometria do quinto ano do Ensino Fundamental e suas particularidades. O ensino da matemática é orientado nos Parâmetros Curriculares Nacionais- PCNs como blocos de conteúdos e o estudo geométrico se agrupa no bloco denominado espaço e forma. (BRASIL, 1997).

Neste bloco, encontramos como conteúdos específicos:

Descrição, interpretação e representação da posição de uma pessoa ou objeto no espaço, de diferentes pontos de vista. Utilização de malhas ou redes para representar, o plano, a posição de uma pessoa ou objeto. Descrição, interpretação e representação da movimentação de uma pessoa ou objeto no espaço e construção de itinerários. Representação do espaço por meio de maquetes. Reconhecimento de semelhanças e diferenças entre corpos redondos, como a esfera, o cone, o cilindro e outros. Reconhecimento de semelhanças e diferenças entre poliedros (como os prismas, as pirâmides e outros) e identificação de elementos

como faces, vértices e arestas. Composição e decomposição de figuras tridimensionais, identificando diferentes possibilidades. Identificação da simetria em figuras tridimensionais. Exploração das planificações de algumas figuras tridimensionais. Identificação de figuras poligonais e circulares nas superfícies planas das figuras tridimensionais. Identificação de semelhanças e diferenças entre polígonos, usando critérios como número de lados, número de ângulos, eixos de simetria, etc. Exploração de características de algumas figuras planas, tais como: rigidez triangular, paralelismo e perpendicularismo de lados, etc. Composição e decomposição de figuras planas e identificação de que qualquer polígono pode ser composto a partir de figuras triangulares. Ampliação e redução de figuras planas pelo uso de malhas. Percepção de elementos geométricos nas formas a natureza e nas criações artísticas. Representação de figuras geométricas. (BRASIL, 1997, p.60).

Além de ajudar a criança a entender esses conteúdos específicos, descritos nos PCNs, o professor deve incentivar o aluno a pensar a geometria como compreensão do espaço, e no tocante às crianças, é a compreensão do espaço onde elas vivem. É neste espaço que elas aprendem a conhecer, a explorar, a conquistar, para viver melhor. A geometria, entendida no seu sentido mais abrangente, está também idealmente colocada para ajudar a expandir a concepção da matemática dos alunos, na medida em que a geometria é a melhor oportunidade que existe para aprender a entender matematicamente sua realidade. Este seria de acordo com Freudenthal (1973), o nível mais simples da geometria, o mais elevado afirma que a geometria esta relacionada com a organização axiomática.

Aprofundando neste pensamento axiomático que esteve presente na história da matemática, Abrantes (1999) explica que a geometria tendia a ser vista como um parente pobre da Álgebra Linear, sem grande interesse para dedicação ao prosseguimento de estudos. O seu papel era de ilustrar o caráter axiomático e dedutivo da matemática. Na realidade, os aspectos da geometria ligados à observação, à experimentação e à construção praticamente desaparecem do ensino básico.

A Geometria Euclidiana estava fadada a levar os alunos a adquirir hábitos de raciocínio rigoroso e sistemático, próprios da matemática, dentro da tradição de considerar que a geometria seria o campo ideal para os alunos aprenderem a demonstrar e também a apreciar a matemática como uma construção lógica e perfeita. Neste sentido, os livros textos traziam dezenas de axiomas, postulados, teoremas e iniciavam com as definições de ponto, reta e plano seguidos de uma enorme quantidade de exercícios repetitivos a fim de treinar esse pensamento perfeito da lógica. Como nos elucida Brandão

e Selva (1999, p.79) a respeito desta repetição de exercícios de matemática e geometria nos livros didáticos:

Em tais casos, mesmo que a criança tenha refletido no início da atividade, rapidamente ela percebe a organização dos problemas propostos, podendo, até mesmo, preencher primeiro todos os resultados para só em seguida colocar os dados dos problemas. Assim, o que deveria ser um problema se transforma em um simples exercício mecânico.

No entanto, nos últimos anos, tem havido uma mudança de atitude quanto ao entendimento de como deveria ser feito o estudo da geometria no ensino básico. De acordo com NACARATO; PASSOS (2003, p.28) “a recuperação do ensino da geometria passou a ser, ao final dos anos 70, preocupação dos educadores matemáticos”. Este fato se faz presente nas propostas curriculares oficiais assim como no número de pesquisas sobre a geometria nos anos seguintes.

NACARATO, PASSOS (2003, p. 28) cita a conferência intitulada “Perspectivas para o Ensino da Geometria no Século XXI”, realizada na Catânia (Sicília- Itália), em outubro de 95, como um exemplo desta preocupação crescente a respeito da complexa problemática envolvendo o ensino da geometria. Nesta conferência, foram discutidos os objetivos do seu ensino nos diferentes níveis escolares, de acordo com os diferentes ambientes e tradições culturais.

No ensino público, temos na Prova Brasil uma avaliação externa, outro indício desta mudança a respeito do olhar sobre o ensino da geometria. Esta avaliação “pode designar avaliação de uma instituição, realizada por profissional ou firma especializada neste tipo de consultoria, abrangendo todo o escopo ou apenas parte das ações institucionais” (WERLE, 2010, p.22), que envolve diretores, técnicos, professores e alunos das escolas públicas.

A Prova Brasil foi instituída pela Portaria ministerial nº 931, de 21 de Março de 2005, que institui o Sistema de Avaliação da Educação Básica - SAEB, sendo composto por dois processos de avaliação: a Avaliação Nacional da Educação Básica - ANEB, e a Avaliação Nacional do Rendimento Escolar – ANRESC, conhecida popularmente como Prova Brasil (DOMINGUES E OLIVEIRA, 2013).

Decorrente destas avaliações externas, o educador das séries iniciais hoje segue os conteúdos sugeridos na matriz de referência – SAEB (Sistemas de Avaliação da

Educação Básica) Matemática de 5º ano do Ensino Fundamental e seus descritores e temas.

Devido a esse conteúdo sugerido, encontramos um currículo que exige um desdobrar mais atencioso do professor para a geometria, como sugerido no Guia de elaboração de Itens:

identificar a localização ou movimentação de objeto em mapas, croquis e outras representações gráficas, identificar propriedades comuns e diferenças entre poliedros e corpos redondos, relacionando figuras tridimensionais com suas planificações, identificar suas propriedades comuns e diferenças entre figuras bidimensionais pelo número de lados, pelos tipos de ângulos, identificar quadriláteros observando as posições relativas entre seus lados (paralelos, concorrentes, perpendiculares), e finalmente, reconhecer a conservação ou modificação de medidas dos lados, do perímetro, da área em ampliação e/ou redução de figuras poligonais usando malhas quadriculadas. (UFJF, 2008, p.15)¹²

É possível detectar nos itens propostos no referido guia uma quantidade de componentes da geometria que exige um preparo mais aprofundado do professor regente. Se o educador das séries iniciais há alguns anos deixava a geometria para ser trabalhada nos últimos meses do ano. Conforme destaca Pavarello (1989) *apud* Nacarato (2007), um dos fatores que contribuiu para o abandono da geometria, foi de ordem legal, pois a reforma da LDB (Lei 5692/71) permitia aos professores e escolas a montagem de seus próprios currículos, de acordo com as necessidades da clientela. Hoje os próprios PCNs, assim como o incentivo dado pelo sistema de avaliação externa, exige que se trabalhe com mais dedicação os conteúdos geométricos.

Essas provas avaliam os conhecimentos de Matemática e Português nos quintos anos do ensino fundamental e nos nonos. As atividades propostas utilizam os descritores mencionados no Guia de Elaboração de itens e o seu resultado é classificado de acordo com o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB).

Sendo assim, as propostas no laboratório estão em acordo com o currículo que necessita ser apresentado aos alunos nesse nível de ensino. Além disso, é importante ressaltar que, além de seguir os conteúdos sugeridos no documento, as dinâmicas de trabalho no laboratório contaram com a colaboração das professoras, no que tange ao conteúdo que estava sendo proposto, para que tornassem possível a caminhada de todos, juntos, no processo de aprendizagem.

¹²Guia de Elaboração de Itens. Centro de Políticas Públicas e Avaliação da Educação da Universidade Federal de Juiz de Fora, 2008.

Atualmente existem várias possibilidades de se trabalhar com a geometria. O uso do lápis, do compasso e da régua continua sendo uma delas. No entanto, é necessário haver a constante preocupação com a desmotivação. Com o advento da tecnologia, surgem novas maneiras de abordar o assunto. Denominada Geometria Dinâmica, *softwares* como Geogebra, Cabri-Géomètre, Cinderella entre outros permitem a manipulação de figuras geométricas baseadas em suas propriedades.

Quando discutimos a respeito de figuras geométricas nos vêm à mente os seus formatos, as suas propriedades. Essa construção na nossa mente está relacionada com o conceito de visualização. De acordo com Moretti e Flores (2006, p. 5), é necessário “aprender a ver e a ler” as figuras, ou seja, essa visualização esta focada percepção e compreensão de imagens visuais. A figura, neste contexto da visualização, cumpre um papel importante, justamente por dar um suporte intuitivo e desempenhar uma função heurística. Duval (1999) complementa dizendo que o fato de as figuras terem um papel intuitivo e heurístico na representação geométrica, isso permite analisar uma situação em conjunto, isto acontece, pois esse é o meio mais direto para explorar os diferentes aspectos de um problema. Não significa visualizar apenas o que está posto na figura, exige a realização de reconfigurações possíveis, que podem englobar inclusive os conhecimentos matemáticos presentes no contexto.

A possibilidade de trabalhar com esta função heurística da figura, pode ser favorável ao aluno, podendo modificar sua forma de ver e entender a geometria. Para esse fim, os *softwares* de geometria dinâmica têm grande potencial, uma vez que podem possibilitar a exploração desta função heurística, explorando a dinâmica envolvida no próprio conceito.

No entanto, é de suma importância salientar que o computador, a ferramenta computacional que permite o uso dos *softwares* de geometria dinâmica, nada mais é que um meio pelo qual a aprendizagem acontece. O grande mediador de tal feito continua sendo o educador, responsável por propostas de atividades que propiciem ao aluno fazer parte do processo, isto é, atuar junto à busca do conhecimento, especificamente, na aprendizagem matemática.

Duval (1998) *apud* JANZEN (2011, P. 38) nos orienta como devemos trabalhar a geometria. Para este autor, ao discutirmos a geometria, é necessário considerar a complexidade cognitiva da atividade geométrica. A geometria envolve três tipos de processos cognitivos os quais tem funções epistemológicas específicas:

1º) o processo de visualização que se refere ao espaço de representação, ou seja, à ilustração de uma afirmação, à exploração heurística de uma situação ou uma verificação subjetiva;

2º) o processo de construção por ferramentas onde a construção de configurações pode desempenhar o papel de um modelo que relaciona as ações sobre os resultados representados e observados aos objetos matemáticos que estão representados; e 3º) o processo de raciocínio relacionado a processos discursivos para a extensão do conhecimento, para a prova e explicação.

Duval (1999) afirma que, embora esses processos possam ser realizados separadamente, eles estão entrelaçados e sua sinergia é cognitivamente necessária para se ensinar a geometria. No entanto, o mesmo autor (1999) distingue três outras formas de interpretação de uma mesma figura: a apreensão discursiva, a apreensão sequencial e a apreensão operatória.

A apreensão perceptiva é imediata e espontânea, permitindo apenas constatações vistas de forma geral sem levar em conta os diferentes funcionamentos da figura. Para que a figura desempenhe um papel heurístico, é necessário vê-la de maneira mais profunda. Uma figura adquire um estatuto de figura geométrica quando: primeiro, é vista em relação a uma configuração (denominação, relação, etc), o que estaria relacionada à apreensão discursiva; e, segundo, quando é construída a partir de ordens de construção, relacionadas à apreensão sequencial. A apreensão discursiva de uma figura corresponde a uma explicitação de propriedades matemáticas como aquelas indicadas por hipóteses. Neste sentido, as figuras são olhadas a partir daquilo que é dado no enunciado. Importante ressaltar que são as propriedades matemáticas explicitadas que garantem às figuras o estatuto de figuras geométricas. A função de apreensão sequencial é a reprodução da figura numa dada tarefa de construção; sendo que a apreensão perceptiva funciona apenas como um controle para determinar a coerência da construção da figura. (FLORES, 1997, p.31).

Em uma figura geométrica existem mais possíveis sub-configurações do que aquelas que estão explícitas em sua construção ou enunciadas como hipóteses. É esse “excedente” que cria o poder heurístico das figuras, pois algumas sub-configurações dão as ideias chaves para uma explicação ou entendimento. Trata-se da apreensão operatória, que é centrada nas possíveis modificações de uma figura inicial e sobre as reorganizações perceptivas que estas modificações acarretam. Tal apreensão permite dar sentido

dinâmico às características da figura, podendo-se fazer manipulações sobre o seu todo ou sobre parte da figura. (DUVAL, 1998, p. 41).

No entanto, em concordância com Duval (1997, p. 41), podemos observar, que as várias apreensões não funcionam isoladamente, mas sim uma em função da outra. Essa articulação entre elas que é importante para o ensino da geometria.

- a) Entre apreensão perceptiva e discursiva (para ter o que chamamos de figura geométrica).
- b) Entre apreensão discursiva e sequencial.
- c) Entre apreensão perceptiva e operatória (o que corresponde a Visualização, sendo que, para a visualização, não é necessária a mobilização de teoremas ou proposições).
- d) Entre apreensão operatória e discursiva (que permite unir a heurística e a prova).

Como toda figura pode ser modificada de diversas formas, Duval (1999, p.12) também distingue três tipos de modificação: a modificação mereológica (consiste na divisão de uma figura em partes para em seguida combiná-las em outra figura), ótica (consiste em aumentar, diminuir ou deformar uma figura- problemas de homotetia ou perspectiva) e posicional (consiste no deslocamento da figura no plano em relação ao plano fronto-paralelo).

A operação de reconfiguração é a que caracteriza a modificação mereológica: é uma operação que consiste em reorganizar uma ou várias subfiguras diferentes de uma figura dada em outra figura de contorno global diferente, ou seja, consiste na complementaridade de formas. É neste nível que esta operação intervém na produtividade heurística das figuras geométricas e se revela como uma operação fundamental para a apreensão matemática das figuras (DUVAL, 1999, p. 165).

Outro conceito importante a ser discutido quando se trata da geometria é o conceito figural. De acordo com Fischbein (2002, p.3) a geometria trata com entidades mentais -as chamadas figuras geométricas- que possuem características figurais e conceituais simultaneamente, pois as entidades as quais nos referimos em geometria (ponto, reta, ângulo, ou mesmo o triângulo e as operações que realizamos com eles) possuem qualidades conceituais. No raciocínio matemático não nos referimos a eles como objetos materiais nem como desenhos, são apenas modelos materializados das entidades mentais com as quais o matemático trabalha. Além disso, é apenas em um sentido conceitual que podemos considerar a perfeição absoluta de tais entidades geométricas,

que possuem correspondentes materiais, sendo estas representações gerais e não cópias de objetos particulares e concretos.

Outra característica das figuras geométricas é que suas propriedades são impostas por definições, ou derivadas destas, em certo sistema axiomático. Deste ponto de vista, uma figura geométrica tem natureza conceitual- um quadrado não é apenas uma imagem desenhada em uma folha de papel, é uma forma controlada por uma definição. Assim, uma figura geométrica pode ser descrita como possuidora de propriedades intrinsecamente conceituais. Estes são os conceitos figurais, que possuem, portanto, duas componentes: conceitual e outro figural. O componente conceitual, com maior ou menor grau de formalismo baseado na linguagem natural e/ou simbólica, caracteriza certa classe de idealizações, generalizações, etc. Já a componente figural é de natureza visual (forma, posição, tamanho) e pode ser expresso através de um desenho.

Quando se discute a aprendizagem em geometria, lembramos que ela está regida por axiomas e o domínio desse pensamento, de certa forma, é evolutivo e definido pelo Modelo de Van Hiele, através de diferentes níveis de pensamento que guardam estreita relação com os estágios do desenvolvimento cognitivo da teoria piagetiana (GRAVINA, 2001).

Esses estágios estão definidos do nível Zero ao nível Quatro.

No Nível Zero, o da visualização, as crianças classificam e nomeiam formas geométricas, ao abstrair dos objetos aspectos de natureza ainda perceptiva, reconhecem quadrados, retângulos, losangos, mas sem a eles atribuir propriedades.

No Nível Um, o da análise, propriedades são apreendidas das formas geométricas e com elas se identificam, mas não são estabelecidas relações inferenciais entre as propriedades, e definições ainda não se apresentam.

É no Nível Dois, da dedução informal, que relações de implicação entre propriedades começam a ser estabelecidas, mas ainda desprovidas de argumentos dedutivos que expliquem o porquê destas relações; neste nível o aluno passa a entender o “definir de objetos geométricos” e a hierarquizar propriedades, mas ainda não possui habilidades para produzir suas próprias demonstrações.

No Nível três, da dedução formal, constitui-se o pensamento geométrico de natureza dedutiva, quando então axiomas e teoremas se integram no modelo teórico que forma a geometria euclidiana; é neste nível que se dá o entendimento do significado de uma demonstração e que se torna possível a produção de demonstrações.

O Nível Quatro, o do rigor, quando passa a transitar pelas teorias axiomatizadas - as geometrias não - euclidianas (que não dependem mais de experiências e intuições sobre o mundo sensível imediato).

Neste modelo de Van Hiele podemos observar o quanto um nível depende do anterior, é um processo gradativo e evolutivo do pensamento.

Outro autor no qual buscamos informações para elaborar de forma estruturada as aulas de geometria foi Alan Hoffer (1981). Segundo este autor, o estudo de geometria não deveria ser marcado apenas por noções, conceitos e procedimentos, nem ao menos pelo conhecimento de termos e relações geométricas, mas também pelo desenvolvimento de habilidades geométricas, entre as quais destaca cinco: visuais, verbais, de desenho, lógicas e aplicadas (HOFFER, 1981).

Para Hoffer (1981), as habilidades visuais estão relacionadas à capacidade de ler desenhos e esquemas, de discriminar formas e de visualizar propriedades nelas contidas. As habilidades verbais envolvem a capacidade de expressar percepções, elaborar e discutir argumentos, justificativas, definições, descrever objetos geométricos e usar o vocabulário geométrico.

As habilidades de desenho contemplam a capacidade de expressar ideias por meio de desenhos e diagramas, fazer construções com régua, compasso, esquadro, transferidor e programas gráficos de computador. As habilidades lógicas, por sua vez, relacionam-se à capacidade de analisar argumentos, definições, reconhecer argumentos válidos e não válidos, dar contraexemplos, compreender e elaborar demonstrações. Finalmente, as habilidades aplicadas envolvem a capacidade de observar a geometria no mundo físico, apreciar e reconhecer a geometria em diferentes áreas tais como a arte.

1.3 A Geometria Dinâmica

A Geometria Dinâmica, termo definido por Gravina (1996) como ferramentas de construção: desenhos de objetos e configurações geométricas são feitos a partir das propriedades que os definem. Através de deslocamentos aplicados aos elementos que compõem o desenho, este se transforma, mantendo as relações geométricas que caracterizam a situação. Assim, para um dado objeto ou propriedade, temos associada

uma coleção de “desenhos em movimento”, para o desenvolvimento desta pesquisa utilizamos o *software* de Geometria Dinâmica GeoGebra¹³.

O GeoGebra apresenta-se como um *software* livre, criado por Markus Hohenwarter¹⁴, escrito em Java e disponível em múltiplas plataformas, que reúne recursos de geometria, álgebra e cálculo. É considerado como uma ferramenta eficaz no trabalho geométrico de forma interativa. O *software* possui uma interface amigável, possibilidades para produção de aplicativos em páginas *web* e está disponível em vários idiomas.

O GeoGebra apresenta ferramentas tradicionais de um *software* de geometria dinâmica e possui uma vantagem didática: é composto por duas representações diferentes de um mesmo objeto que interagem entre si: a janela geométrica e a janela algébrica.

A Figura 1 exibe a área de trabalho do GeoGebra. À direita da figura, encontra-se a janela de visualização, à esquerda, temos a janela de Álgebra e, abaixo, o campo de entrada de texto.

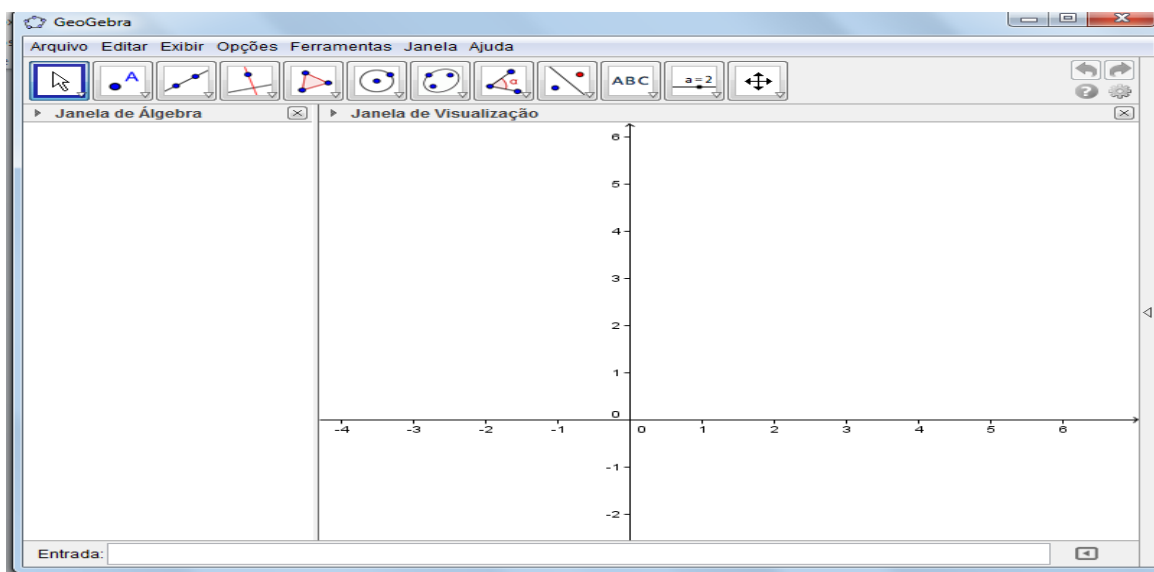


Figura 1- Área de trabalho do GeoGebra

Fonte: Autora.

Existe uma versão recente, o GeoGebra 5.0 versão beta, a qual facilita a visualização e compreensão das propriedades dos sólidos geométricos, bem como a movimentação sob várias vistas e a planificação de alguns dos sólidos.

¹³Sobre *download* do *software*, esse pode ser feito no endereço eletrônico http://www.geogebra.org/cms/pt_BR/

¹⁴ Docente do Departamento de Matemática Aplicada da Universidade de Salzburgo, Áustria.

As características do GeoGebra potencializam a constituição de cenários para investigação, nos quais o aluno é capaz de experimentar situações em um processo dinâmico.

É a possibilidade de fazer a relação entre o pensamento geométrico e a parte computacional, uma vez que o projeto foi desenvolvido em um laboratório de informática, temos que pensar como é construído esse pensamento geométrico com influência de um *software* dinâmico. Por este motivo, torna-se fundamental o estudo a teoria de Duval (2003) aplicado à construção do pensamento geométrico e ao uso do GeoGebra. Duval (2003) atribui ao ensino de matemática o objetivo de contribuir para o desenvolvimento geral das capacidades de raciocínio, de análise e de visualização tendo em vista, que a matemática seus objetos não são acessíveis perceptivamente ou instrumentalmente e, sim através de suas representações semióticas. Portanto, seu ensino e aprendizagem precisam levar em consideração esta particularidade.

Dois tipos de transformação de representação semiótica são diferenciadas por Duval (2009): tratamento e conversão. O primeiro, segundo o autor, consiste em uma transformação de representação interna a um registro de representação ou a um sistema. Já a conversão, pode ser entendida como uma transformação externa em relação ao registro da representação de partida. O conceito de registro, sob esta ótica, é considerado um sistema semiótico caracterizado, essencialmente, pelas operações cognitivas específicas permitidas de serem efetuadas no próprio registro. Estes são classificados em quatro grupos: linguagem natural, sistemas de escritas, registro figural e registro gráfico.

Duval (2011) defende que as figuras geométricas podem ser reconhecidas de várias formas ou unidades figurais. Assim, para ver matematicamente uma figura, é necessário mudar o olhar sem que a representação visual no papel seja modificada. Desta maneira, para analisar o funcionamento cognitivo dessa mudança de olhar, precisamos considerar a dimensão das unidades figurais das figuras geométricas, que podem ser reconhecidas, são elas 3D, 2D, 1D ou 0D, como exemplos, são citados: o cubo, o polígono, a reta e o ponto, respectivamente.

Outro aspecto, enfatizado por Duval (2011), é a realização de uma desconstrução dimensional das formas que reconhecemos imediatamente em outras que não enxergamos à primeira vista, e isso sem que nada mude na figura inicial. Nesse sentido, quando tomamos uma figura reconhecida imediatamente como uma forma 2D, esta na maioria das vezes não se decompõe perceptivamente em uma forma 1D, com outras palavras,

existe uma prioridade cognitiva de figuras 2D sobre às figuras 1D. Com isso, percebe-se que atividades que envolvem registros figurais podem mostrar diversas formas de vê-los.

King e Schatschneider (1997) *apud* Janzen (2011, p. 49) destacam os principais benefícios e aplicações dos softwares de geometria dinâmica: a) a precisão de construções e a capacidade visualização das relações geométricas; b) a possibilidade de exploração das construções e descoberta de relações e propriedades geométricas; c) a busca de prova de teoremas, de forma experimental e heurística; d) a geração de transformações e lugares geométricos; e e) a possibilidade de simulação e de construção de micro mundos com características próprias.

O GeoGebra permite a construção de objetos geométricos a partir das propriedades que os definem sendo que tais objetos podem ser manipulados diretamente na tela do computador. A figura 2 mostra um exemplo da interface do GeoGebra, onde podemos visualizar que cada item do menu inicial possui ainda um sub-menu, com mais possibilidades de construção de uma dada categoria.

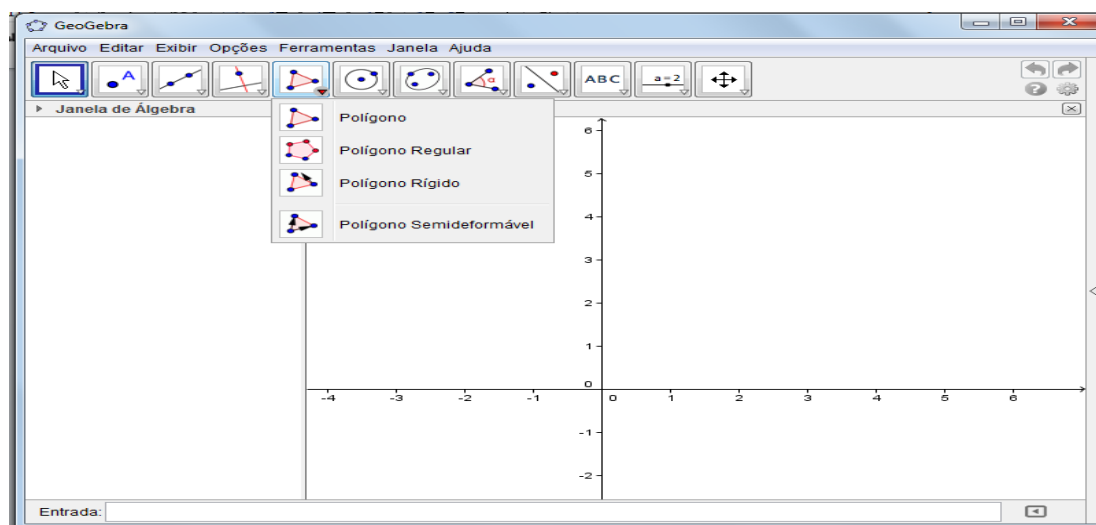


Figura 2: Interface do GeoGebra

Fonte: A autora

Em cada janela de barras de ferramentas, encontramos comandos que darão acesso às seguintes funções:

- ✓ **Arquivo:** Nova Janela; Novo; Abrir; Gravar; Gravar com; Visualização da impressão e Exportar.
- ✓ **Editar:** Desfazer; Refazer; Apagar; Selecionar tudo e Propriedades.
- ✓ **Exibir:** Eixo; Malha; Janela de Álgebra; Objetos auxiliares; Divisão horizontal; Campo de entrada; Lista de comandos; protocolo de construção; Barra de navegação para passos da construção e Atualizar janelas.
- ✓ **Opções:** Pontos sobre a malha; Unidades de Ângulo; Casas decimais; Continuidade; Estilo da fonte; Estilo do ângulo reto; Coordenadas; Rotular; Tamanho da fonte; Idioma; Janela de Visualização; Salvar configurações.
- ✓ **Janela:** Nova janela.
- ✓ **Ajuda:** Ajuda; www.Geogebra.org; Geogebra fórum; Geogebrawiki; sobre/licença.

Gravina (2001) e Janzen (2011) destacam uma propriedade apresentada nos *softwares* de geometria dinâmica que não é encontrada no trabalho com lápis e papel: a distinção entre o arrastável e não arrastável.

Gravina (2001, p. 83) denomina este recurso de “estabilidade sob ação do movimento”, em suas palavras:

Estes programas oferecem o recurso de ‘estabilidade sob ação do movimento’: feita uma construção, mediante a deslocamentos (*dragging*) aplicados aos elementos iniciais determinadores do objeto geométrico, o desenho na tela do computador – instância de representação do componente figural- transforma-se, mas preserva, nas novas instâncias, as relações geométricas impostas inicialmente à construção, bem como as relações delas decorrentes. Ou seja, para um dado objeto, tem-se na tela do computador uma coleção de ‘desenhos em movimento’ que guarda certos invariantes geométricos, declarados ou não no procedimento de construção. (GRAVINA, 2001, p.83).

Assim, por exemplo, um triângulo equilátero construído à mão livre na tela do computador, ao ser arrastado por um de seus vértices perderá suas propriedades de ângulos congruentes. Mas se for construído pelas propriedades, não as perderá, se for arrastado. Janzen (2011, p.49) afirma que essa maneira de “arrastar” sugere novas maneiras de raciocinar e operar e até mesmo de conceber a geometria, alterando sua ontologia, constituída agora não mais de objetos geométricos senão de relações geométricas, explicitando, então, o caráter relacional dos objetos geométricos.

Olivieiro (2002) *apud* Janzen (2011, p. 49) faz uma classificação das modalidades de arrastar de acordo com o que aparece na interface quando os alunos usam o *software* e no que os alunos parecem estar se focando enquanto arrastam a(s) figura(s), são elas:

- a) arrastar como teste (*dragging test*): movimento de pontos arrastáveis para ver se a figura mantém a propriedade desejada;
- b) sem arrastar (*non dragging*): não movimentam nada na tela;
- c) arrastar vagando (*wandering dragging*): movimento do objeto aleatório para tentar descobrir alguma configuração ou regularidade na figura;
- d) arrastar guiado (*guided dragging*): como o arrastar de pontos base da figura para dar uma forma particular;
- e) arrastar num lugar geométrico (*lieu muet dragging*): quando se segue um determinado caminho escondido, mesmo sem estar ciente, ou quando se move pontos sobre um caminho dado, mas não visível;
- f) arrasto de linha (*line dragging*): desenho de novos pontos sobre que mantêm a regularidade da figura (JANZEN 2011, p. 49).

Assim, o processo de construção e a estabilidade geométrica das diferentes instâncias de representação propiciam a adequada fusão entre os componentes conceitual e figural que constituem a situação geométrica. Uma família de desenhos em movimento substitui o desenho particular como expressão do componente figural, descaracterizando as particularidades não relevantes do desenho particular (GRAVINA, 2001 *apud* JANZEN, 2011, p.50).

Outras duas definições destacadas por Olivieiro (2002) *apud* Janzen (2011, p. 50) estão relacionadas à diferença entre desenho e figura, definições estas mediadas pela função arrastar do *software* de Geometria Dinâmica, nas quais o primeiro se caracteriza como representação de um objeto geométrico, com relações internas, mas que podem ser transformadas em outras instâncias pelo arrastar, já o segundo, são invariantes geométricos que se mantém mesmo com o arrastar de alguma de suas partes.

Neste sentido, Janzen (2011, p. 52) afirma que:

as figuras construídas em ambiente dinâmico adquirem um estatuto diferente de simples desenhos. Passam a ser exemplos genéricos, com a possibilidade da exploração dinâmica das propriedades envolvidas, já que a construção da figura utiliza explicitamente as suas propriedades, proporcionando a visualização de muitas e diferentes representações de uma mesma classe de figuras.

Uma vez que tal leque de possibilidades é aberto para o aluno, este é capaz de formular suas próprias conjecturas e assim explorar heurísticamente a figura com a qual deseja trabalhar. Essa exploração de possibilidades auxilia o aluno a construir novos conceitos matemáticos, fazendo conexões com o que está aprendendo e as experiências e conhecimentos anteriores. Neste sentido, os ambientes computacionais para a criação e exploração geométrica são ferramentas poderosas para levar os alunos a formular e a testar conjecturas, trabalhando também as funções heurísticas das figuras.

No entanto, como já foi sugerido anteriormente, este *software*, assim como os computadores, são ferramentas, meios pelos quais, o educador utiliza para fomentar o desejo pelo conhecimento geométrico.

O fato de possibilitar desenvolver inúmeras investigações, envolvendo a geometria, instiga um número grande de pesquisadores a desenvolverem trabalhos que discutem a respeito do ensino e aprendizagem de Matemática, utilizando o *software* GeoGebra. No entanto, mesmo sendo um número grande de pesquisas, os trabalhos

relacionados com o ensino fundamental ainda estão em número reduzido (MENEZES, 2014, p.117).

Menezes (2014) fez um levantamento de algumas pesquisas realizadas utilizando o *software* GeoGebra entre os anos de 2009 e 2012, consultadas de Bibliotecas Digitais de Teses e Dissertações, dos Institutos de GeoGebra e do Banco de Teses da CAPES, onde ele iniciou com o Ensino Fundamental, e posteriormente, envolvendo o Ensino Médio. Dentre as 12 pesquisas feitas no ensino fundamental, as quais contemplavam os conteúdos de Perímetro e Área, Circunferência e Mediatriz, Funções entre outros conteúdos, nenhuma pesquisa foi realizada contemplando o ensino Fundamental I. No entanto, quando se pesquisa os trabalhos desenvolvidos no Ensino Médio o resultado é praticamente o dobro do desenvolvido no Ensino Fundamental, como mostra o gráfico 1.

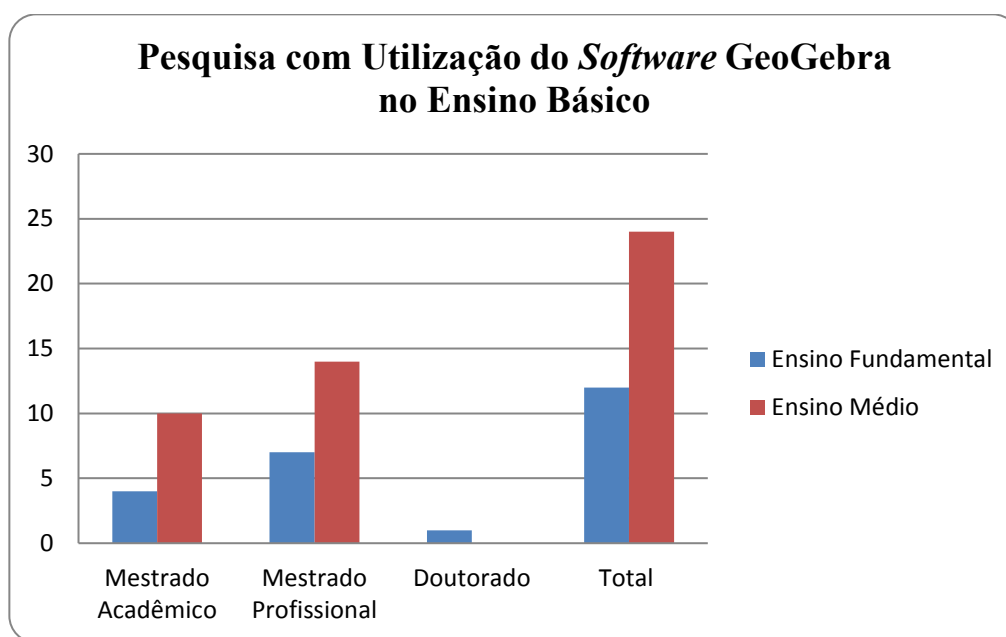


Gráfico 1: Pesquisa com Utilização do *software* GeoGebra no ensino básico.

Fonte: Menezes (2014, p. 117).

Observando o gráfico 1, as investigações que usaram o *software* GeoGebra estão mais concentradas no Ensino Médio.

Nacarato (2007) corrobora com o fato de existirem poucas pesquisas voltadas à geometria, principalmente do Ensino Fundamental I, ou nos anos iniciais. Quando se trata do trabalho com *software* de Geometria Dinâmica as pesquisas são realizadas geralmente a partir do sexto ano.

Ao fazermos a pesquisa no levantamento efetivado no Banco de Teses da Capes, encontramos uma pesquisa que contempla o ensino da geometria nos anos iniciais e o uso de *software* de Geometria Dinâmica, a Tese intitulada “A Prática da Argumentação como Método de Ensino o Caso dos Conceitos de Área e Perímetro de Figuras Planas”, cujo autor foi José Messildo Viana Nunes, defendida em 2011, em São Paulo.

O objetivo principal da pesquisa de Nunes (2011) era investigar em que medida a prática da argumentação pode se apresentar como método que favoreça a compreensão de conceitos em matemática, enfocando os assuntos área e perímetro de figuras planas. Para Nunes (2011), o GeoGebra foi um facilitador da compreensão de conceitos de áreas e perímetros de figuras planas. Segundo o autor, este *software* serviu como motivação para engajar os alunos na prática da argumentação referente às propriedades e relações que envolvem os conceitos em jogo.

Em resultado das reflexões feitas até essa parte e da pequena quantidade de pesquisas feitas sobre o ensino da geometria nos anos iniciais, nosso trabalho se mostra como peça importante no levantamento dos conceitos envolvidos na construção do pensamento geométrico com alunos do quinto ano.

Com a finalidade de analisar as atividades desenvolvidas e descritas no capítulo 3, vamos, inicialmente, fazer um levantamento de pesquisas que utilizaram os conceitos dos Registros Semióticos da Teoria de R. Duval na análise de atividades desenvolvidas com *softwares* de geometria dinâmica.

Ao realizarmos a pesquisa no Banco de Teses e Dissertações, não encontramos nenhuma pesquisa relacionada com os Registros de Representações Semióticas, Ensino Fundamental e o uso de *Software* de Geometria Dinâmica. Ao ampliarmos a pesquisa, retirando a restrição de ser no Ensino Fundamental, encontramos as pesquisas de Silva (2014), Medeiros (2012), Damasco (2010) com trabalhos de dissertações e Janzen (2011) com tese.

Silva (2014) desenvolveu uma pesquisa com o título Registros de Representação Semióticas no Estudo de Sistemas de Equações do 1º Grau com Duas variáveis usando o *Software* GeoGebra, defendida na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O autor aplicou o seu trabalho em uma turma de sétimo ano de uma escola privada.

Silva (2014) fez uso do GeoGebra para compor uma Sequência Didática, a qual foi analisada segundo os registros de Representações Semióticas. Esta sequência foi composta de atividades realizadas em dez encontros. A análise feita por este pesquisador foi com os registros gráficos e algébricos dos sistemas de equações do 1º grau. Sendo o

registro gráfico feito inicialmente na forma de esboço manuscrito e o gráfico final, foi feito no GeoGebra.

O autor ressaltou a importância de mais de um registro de um objeto matemático e sobre os tipos de conversões existentes entre estes registros.

Medeiros (2012) desenvolveu uma pesquisa cujo título era Geometria Dinâmica no Ensino de Transformações no Plano - uma experiência com professores da educação básica, defendida na Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

A proposta de Medeiros (2012) para o ensino de transformações geométricas no plano, usando o ambiente de geometria dinâmica, integrava o ensino das Artes com a Geometria. Isto foi realizado através da construção de pavimentações do plano e mosaicos de Escher e foi dirigido a professores do ensino fundamental, tendo como objetivo principal de seu estudo apresentar uma nova alternativa de trabalho na geometria escolar e também capacitá-los para o uso de mídias digitais nas suas aulas de salas de aula.

Em sua análise, Medeiros (2012) buscou alicerce nos conceitos de Vygotsky e no trabalho de R. Duval sobre os Registros de Representações Semióticas no processo de aprendizagem matemática.

Para o desenvolvimento de sua pesquisa, Medeiros (2012) contou com seis encontros, nos quais iniciou com os professores sobre o uso do *software* de geometria dinâmica, reproduziu os mosaicos e apresentou os resultados das práticas dos professores.

Medeiros (2012), em sua análise, fez apontamentos de situações ocorridas nos encontros, concluindo, de forma geral, que o *software* permitiu a mobilização de diferentes registros semióticos do mesmo objeto, proporcionando também, a apreensão em geometria de forma sequencial com o uso de roteiros; perceptiva quando os alunos realizaram as interpretações das formas das figuras nos mosaicos; discursiva no momento em que interpretaram os elementos das figuras articulando com os enunciados das atividades e compreendendo as propriedades dos objetos construídos.

Outro estudioso, Damasco (2010), desenvolveu uma pesquisa cujo título era Registros de Representações Semióticas e o GeoGebra: um ensaio para o ensino de Funções Trigonométricas, defendido na Universidade Federal de Santa Catarina.

A pesquisa realizada por Damasco (2010) contempla uma proposta de Sequência Didática para o estudo das Funções Trigonométricas com o uso do *software* GeoGebra baseada na teoria dos Registros de representações Semióticas de R. Duval. O objetivo principal de sua pesquisa era apresentar uma possibilidade do uso do *software* GeoGebra como ferramenta didática para as funções de Seno e Cosseno.

Os sujeitos de sua pesquisa foram nove alunos da quinta fase do curso técnico integrado ao ensino médio de eletrônica do IFSC - Campus Florianópolis. As aulas foram ministradas no formato de oficina, num total de cinco encontros, sendo cada encontro com a duração de uma hora e vinte minutos.

O autor fez uma pré-análise de todas as atividades desenvolvidas na oficina associando as conversões necessárias para a realização das atividades e uma pós-análise das mesmas, destacando as dificuldades encontradas, os avanços e as contribuições verificadas com o seu desenvolvimento. Segundo Damasco (2010), o GeoGebra atendeu às necessidades dos alunos e o planejamento definido na Oficina. Os alunos foram capazes de realizar vários registros associados às funções trigonométricas, como os registros dos gráficos de seno e cossenos através do comando algébrico das funções, do círculo trigonométrico, das trajetórias dos pontos, dos períodos de cada função.

Segundo Damasco (2010, p. 100), os alunos foram capazes de generalizar, visualizar e interpretar as questões a respeito das funções trigonométricas através do uso do GeoGebra:

[...] ficou evidente a aplicação de uma ferramenta computacional deve ser aliada a uma metodologia proposta; uma vez que a ferramenta por si só, não garante a eficácia no processo de ensino. Confirmando a ideia de Gil & Menezes (2004) a escolha de um software educacional deve ser condicionado se suas características adequam-se ao contexto procurando integrar seu uso as outras atividades envolvidas no ensino. Tal procura deve focar nos objetivos que se pretende alcançar uma vez que outro aplicativo possibilitará diferentes situações de contexto educativo. No caso do GeoGebra foi perceptível que ele tornou-se um laboratório que possibilitou aos estudantes participarem de uma situação de ensino de Matemática semelhante ao ‘fazer Matemática’: experimentaram, interpretaram, visualizaram, induziram, conjecturaram, abstraíram, e generalizaram.

Janzen (2011) descreveu em sua tese “O papel do professor na formação do pensamento matemático de estudantes durante a construção de provas em um ambiente de geometria dinâmica”, defendida na Universidade Federal do Paraná, a dinamicidade promovida pelo GeoGebra.

Os sujeitos de sua pesquisa foram dois professores do departamento de Educação matemática da Universidade Alemã, juntamente com dois alunos que cursavam a disciplina ‘Elementos da Geometria’. Esta disciplina foi escolhida pela pesquisadora por proporcionar a análise de questões de geometria que utilizavam a prova em seu desenvolvimento.

O desenvolvimento da pesquisa aconteceu durante as aulas de geometria nos laboratórios de informática. A pesquisadora filmou diálogos dos professores com as suas intervenções durante as resoluções das questões de geometria. Esses diálogos foram transcritos e analisados, segundo a teoria dos Registros de representações Semióticas de R. Duval.

Os pontos principais destacados pela autora estão relacionados à dinamicidade (o arrastar) do *software* GeoGebra, a importância da visualização que ele proporciona relacionado com o raciocínio necessário para provar hipóteses levantadas durante a resolução de uma atividade geométrica.

Na análise dos dados foi possível identificar que enquanto o professor faz uso das potencialidades do software suas intervenções são direcionadas em dois sentidos: de cunho organizacional e de cunho matemático. Ou seja, não basta o professor ter domínio do conteúdo matemático, ele precisa estar apto a guiar o aluno no processo de prova, e isto exige uma faceta de organizador: auxiliar o aluno a organizar suas ideias para que este chegue a uma prova como resultado. Quanto às suas intervenções de cunho matemático, embora tenhamos colocado algumas categorias, estas dificilmente aparecem separadamente. Formam assim uma rede, unindo aspectos da dinamicidade dos softwares, do conteúdo matemático, especificidades da construção do conhecimento geométrico (como as subconfigurações) e tudo isto aliado a visualização, potencializada aqui também pelo *software*. (JANZEN, 2011, p. 124)

Os estudiosos pesquisados, Silva (2014), Medeiros (2012), Damasco (2010) e Janzen (2011) corroboram a ideia principal de que o *software* GeoGebra é um facilitador do ensinar e aprender dos conceitos geométricos. No entanto, todos foram enfáticos na ideia de que é necessário que o professor domine o conceito matemático e saiba manusear corretamente o *software* para auxiliar os alunos durante suas descobertas e conjecturas. A leitura destes textos nos auxiliou na interpretação dos dados desta pesquisa (as questões realizadas pelos alunos do quinto ano no GeoGebra, as filmagens das aulas ocorridas no laboratório de informática), para melhor analisá-los acerca da teoria de R. Duval.

CAPÍTULO 2

TRAJETÓRIA METODOLÓGICA

Neste capítulo, apresentamos a descrição dos caminhos metodológicos percorridos durante a pesquisa. Contextualizamos a escola pesquisada, apresentamos as técnicas utilizadas na pesquisa qualitativa, quais sejam: a observação participante, a entrevista, as filmagens, as notas de campo, a aplicação dos questionários, os registros produzidos pelos alunos e as fotografias.

2.1. Considerações Iniciais

A atividade de compreender qual a viabilidade do trabalho com o *software* de Geometria Dinâmica no processo de ensinar e aprender Geometria no 5º ano do Ensino Fundamental em uma escola pública relaciona duas questões fundamentais citadas por Nacarato (2003), as quais destacam o uso das tecnologias.

- a) As novas tecnologias têm afetado profundamente nossa sociedade. Atividades tradicionais, como o desenho técnico feito à mão, tornaram-se obsoletas. Novas profissões estão surgindo. É fato que os indivíduos deste final de século, todos, necessitam de uma Educação Visual. A geometria tem como cumprir este papel.
- b) A geometria deve ser considerada um instrumento para a compreensão, descrição e interação com o espaço em que se vive, por ser o campo mais intuitivo e concreto da matemática e mais ligado à realidade. (NACARATO, 2003, p. 29-30)

Estas duas importantes recomendações destacam a questão do uso das tecnologias e a importância de relacionar a geometria com a realidade dos alunos. O ensino da geometria nos anos iniciais enfatiza o conhecimento geométrico e matemático para induzir no aluno o entendimento de aspectos espaciais do mundo físico e desenvolver sua intuição e seu raciocínio espaciais. No intuito de associar a possibilidade do uso da geometria dinâmica e a formação do pensamento geométrico em crianças dos anos iniciais foi desenvolvido um projeto coletivo em uma escola da rede municipal da cidade de Uberlândia, por meio do qual foi possível desenvolver esta pesquisa.

A proposta desenvolvida se caracteriza como um estudo de caso, com abordagem qualitativa de caráter etnográfico.

Assim, a pesquisa qualitativa procura inserir o pesquisador no campo de pesquisa, no nosso caso, no laboratório de informática, e assim, construindo com base nas nossas reflexões teóricas e desdobramentos que possam acontecer, os distintos elementos relevantes que irão compor o modelo de problema estudado. A pesquisa qualitativa tem o desejo de gerar um cenário de reflexões onde seu maior objetivo é a criação de modelos teóricos ricos sobre a realidade estudada.

Ao apresentar características de uma pesquisa qualitativa, D'Ambrosio (1996, p.103) argumenta que este tipo de pesquisa é focalizada no indivíduo, com toda sua complexidade, e na sua inserção e interação com o ambiente sociocultural e natural. Neste tipo de pesquisa a interação pesquisador – pesquisado é fundamental e por isso essa modalidade é muitas vezes chamada pesquisa – ação.

De acordo com Franco (2005, p. 485), quando nos referimos à pesquisa-ação nos referimos a três tipos diferentes de conceitos. Dentre esses conceitos, o que está de acordo com nosso estudo é:

Se essa transformação é percebida como necessária a partir dos trabalhos iniciais do pesquisador com o grupo, decorrente de um processo que valoriza a construção cognitiva da experiência, sustentada por reflexão crítica coletiva, com vistas à emancipação dos sujeitos e das condições que o coletivo considera opressivas, essa pesquisa vai assumindo o caráter de criticidade e, então, tem se utilizado a conceituação de pesquisa-ação crítica.

No caso de nossa pesquisa, ela iniciou-se devido às nossas indagações enquanto educadora e professora laboratorista. Todas as atividades da pesquisa foram construídas juntamente com a professora regente, estas eram alteradas de acordo com o andamento e desenvolvimento dos alunos participantes da pesquisa. Em determinada situação, as indicações e indagações vieram dos próprios alunos que fizeram sugestões de conteúdos a serem desenvolvidos como o auxílio do *software* de Geometria Dinâmica. Eles demonstraram interesse em entender como seria gerado um desenho fractal no GeoGebra, conteúdo este, que estava sendo estudado na disciplina de Artes. A dúvida emergente entre os pesquisadores, neste momento do andamento da pesquisa, seria como desenvolver no GeoGebra com uma turma de quinto ano o conceito de fractais.

No entendimento que este tipo de pesquisa deve ser um processo aberto em andamento, Rey (2005, p. 105) complementa sobre a pesquisa-ação, o qual aborda como “um processo aberto submetido a infinitos e imprevisíveis desdobramentos, cujo centro

organizador é o modelo que o pesquisador desenvolve e em relação ao qual as diferentes informações empíricas adquirem significados”.

Por ser uma pesquisa que estuda a organização do cotidiano de uma escola pública, em particular de uma turma de quinto ano, consideramos adequado caracterizar a metodologia de pesquisa como de “*estudo de caso*”.

Merriam (1998), Yin (1994) e Stake (1998) definem como o exame de um fenômeno específico, tal como um programa, um acontecimento, uma pessoa, um processo, uma instituição ou um grupo social.

O estudo de caso pode ser definido como o exame de um fenômeno específico, tal como um programa, um acontecimento, uma pessoa, um processo, uma instituição, ou um grupo social (MERRIAN, 1998); ou então como uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real de vida, especialmente quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são absolutamente evidentes. (YIN, 1994). Qualquer uma das definições considera que o que especifica o estudo de caso é a natureza singular do objeto de incidência de investigação, e não o seu modo operatório (STAKE, 1998).

O diferencial do estudo de caso está no fato de se situar em uma *unidade* ou *sistema integrado*, na qual tem-se o intuito de conhecer sua globalidade: pessoa, acontecimento ou organização. Assim, MILLES e HUBERMAN (1994) propõem a seguinte topologia de estudo de caso: estudos de definição espacial, que incidem em indivíduos, papéis sociais, pequenos grupos, organizações, comunidades ou “contextos” ou em nações; e estudos de organização temporal, que incidem em episódios ou situações, acontecimento ou períodos limitados de tempo.

No caso desta investigação educacional, as unidades que originam o estudo de caso são a organização escolar dos alunos e professores do quinto ano no laboratório de informática, investigando o resultado da utilização de *softwares*, entre eles, o de geometria dinâmica além de outros recursos tecnológicos na formação do conhecimento matemático e geométrico destes alunos.

Essa abordagem, próxima ao pesquisado, permite a descrição e reconstrução de cenários culturais. Neste sentido da pesquisa qualitativa, o pesquisador insere-se no campo de sua investigação, sendo assim, torna-se necessário conhecer um pouco do cenário do contexto onde ocorre o desenvolvimento desta pesquisa, a escola.

2.2A escola

A escola é pequena, conta com apenas 13 salas de aula, distribuídas em dois blocos térreos, uma biblioteca, uma sala de Alunos do Ensino Especial- AEE. Na entrada da escola, encontram-se a sala da secretaria, a da direção da escola e a sala dos professores. A escola disponibiliza também, um laboratório de informática, um pátio com tablado para apresentações dos alunos e mesas para o horário do lanche, uma quadra e quiosque para recreação. Possui alunos com idade variada entre 4 e 12 anos distribuídos do segundo período ao quinto ano do ensino fundamental.

A figura 3 abaixo mostra os dois blocos de salas de aula.



Figura 3- Blocos de sala de aula

Fonte: Acervo de fotos da autora

Todas as salas são amplas e arejadas, possuem 2 janelas grandes cada. A biblioteca está situada ao término do corredor do lado direito e a sala do AEE ao término do lado esquerdo da figura 03. O laboratório de informática é uma construção feita à parte, está situado logo após a biblioteca. É uma sala maior que a biblioteca, com aproximadamente 300m² como mostra figura 4.



Figura 4- Foto panorâmica do Laboratório de Informática

Fonte: Acervo de fotos da autora

Inicialmente, o laboratório de informática estava organizado como na figura 04, em seis fileiras. Destas, três encostadas às paredes do lado esquerdo, direito e, em frente à porta de entrada, e as outras, paralelas à fileira do lado direito da porta de entrada e, ao lado da porta de entrada encontrava-se a mesa da laboratorista. Esta organização não era a desejável, já que a passagem para alguns computadores ficava desconfortável e também não era possível observar todos os alunos.

Por este motivo, posteriormente foi organizada uma nova distribuição das máquinas no laboratório de informática, como mostra a figura 5.



Figura 5- Novo posicionamento das máquinas no Laboratório de Informática

Fonte: Acervo de fotos da autora

O laboratório de informática conta atualmente com trinta e duas máquinas, sendo vinte e duas com sistema operacional *Windows XP* e, 15 com sistema operacional *Linux Educacional*. Essas últimas não são utilizadas frequentemente nas aulas devido à incompatibilidade de programas e à diferença de comandos com relação às máquinas com *Windows*, o que pode gerar confusão para os alunos durante as explicações, entretanto, quando as propostas acontecem *on-line*, essa dificuldade fica insignificante. Neste

ambiente, há um computador por aluno, mas, devido à diferença do sistema operacional, normalmente, os alunos são organizados em duplas; o laboratório conta também com duas impressoras, dois *data shows*, televisão e leitor de DVD.

O espaço físico da escola no qual se realizou grande parte das atividades de pesquisa foi o laboratório de informática, espaço capaz de oferecer suporte de informação e conhecimentos atualizados a qualquer momento via internet. O horário para a realização destas atividades foi durante o período de aula no turno vespertino, na turma de quinto ano do Ensino Fundamental. Os alunos dispunham de dois horários semanais para atividades no Laboratório de Informática Educativa, nesse período foram desenvolvidas grande parte das atividades, para não prejudicar o andamento das aulas do professor. Entretanto, não foram descartadas possíveis participações em aulas fora do laboratório de informática educativa. Temos como exemplo, aulas que fugiam do contexto rotineiro de sala de aula ou apresentações de trabalhos, assim, a equipe pode atuar como mediadora ou mesmo nos registros das propostas que poderiam ser publicadas em ambientes virtuais como *blog* ou *sites*.

Lüdke e André (1986, p.14) discutem que, nesse tipo de pesquisa, o contato com o campo deve ser direto, tendo uma longa duração para que se possa melhor entender a vida do grupo pesquisado.

Durante esse tempo, o pesquisador pode utilizar algumas técnicas para obter um quadro mais completo do ambiente analisado, como, por exemplo: a observação, a entrevista, a história de vida, a análise de documentos, vídeos, fotos, questionários, dentre outros.

A próxima seção é destinada à descrição de algumas dessas técnicas utilizadas na pesquisa.

2.3 Técnicas utilizadas na pesquisa qualitativa

De acordo com Moreira (2002, p.50), na pesquisa qualitativa, o pesquisador pauta seus estudos na interpretação do mundo real, preocupando-se com o caráter hermenêutico na tarefa de pesquisar sobre a experiência vivida dos seres humanos. Neste sentido, a forma como é feito o registro dos dados para sua posterior análise é de suma importância.

Como consequência da capacidade humana para interagir, são adotadas, pelos pesquisadores, algumas técnicas para coleta de dados, dentre as quais, destacamos: a Observação participante, a Entrevista, a Filmagem, as Notas de Campo, as Fotografias,

os Questionários, os Registros das atividades feitas pelos alunos e os Registros em Espaços Virtuais. Discorremos sobre cada uma, apontando suas contribuições à pesquisa realizada, uma vez que o projeto de pesquisa segue normativas estabelecidas pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos (CEP)¹⁵ e da UFU.

2.3.1 Observação Participante

No método da observação participante de coleta de dados, os investigadores entram no mundo dos sujeitos observados, tentando entender o comportamento real dos informantes, suas próprias situações e como constroem a realidade em que atuam.

No caso de nossa pesquisa, participamos das aulas de informática, a princípio, observando como eram desenvolvidos os conteúdos matemáticos e a geometria no laboratório de informática. Posteriormente, discutimos com a professora regente da turma observada, quais conteúdos ela ainda iria desenvolver com a turma, para planejarmos, juntos, as atividades a serem resolvidas com os alunos do quinto ano.

De acordo com Moreira (2002, p. 52), a observação participante é conceituada como sendo “uma estratégia de campo que combina ao mesmo tempo a participação ativa com os sujeitos, a observação intensiva em ambientes naturais, entrevistas abertas informais análise documental”.

Lüdke e André (1986, p. 25) discutem o caráter científico da técnica de observação, uma vez que as observações de cada um são muito pessoais, sendo influenciadas por vários fatores, como: histórias de vida, bagagens culturais e grupo social a que eles pertencem, aptidões e predileções. Esses fatores acabam influenciando nosso olhar, no sentido de privilegiarmos certos aspectos e não outros. Uma justificativa dada, para que essa técnica seja válida enquanto instrumento científico de investigação, é o fato de ela ser controlada e sistemática, implicando “a existência de um planejamento cuidadoso do trabalho e uma preparação rigorosa do observador” (MOREIRA, 2002, p.53).

Em nossa pesquisa, os alunos participantes e professores participantes eram cientes do projeto, neste caso, como definido por Moreira (2002, p.53) são caracterizados como observadores. Por saberem do caráter científico do estudo, foram feitos alguns

(CAAE: 20341613.6.0000.5152).

FAMAT.FAPEM.0019 - F3463 – Educação Matemática Digital na Escola Pública.

acordos, algumas obrigações e promessas, discutidas antes do início da pesquisa e no seu desenvolvimento. Por este motivo, todos os alunos participantes nesta pesquisa foram previamente liberados pelos responsáveis ao assinarem um termo de consentimento livre e esclarecido¹⁶.

2.3.2 Entrevista

Segundo Lüdke e André (1986, p. 34), a grande vantagem da entrevista é que ela permite a captação imediata e corrente da informação desejada, praticamente com qualquer tipo de informante e sobre os mais variados tópicos. No caso de nossa pesquisa, por se tratar de alunos do quinto ano, achamos adequada a aplicação de entrevistas e questionários. Na entrevista, o aluno pode explicar e exemplificar com facilidades que possivelmente o registro por escrito dificultaria, por outro lado os questionários permitem focar em alguns temas e facilitar a tabulação dos dados posteriormente.

No início do ano letivo, aplicamos um questionário (Anexo III)¹⁷ para saber sobre o conhecimento inicial dos alunos sobre *softwares* matemáticos, *blog*, o conhecimento de matemática e a expectativa dos mesmos de participarem de um projeto que envolveria matemática e informática. E, ao final do ano letivo, reaplicamos o mesmo questionário e fizemos uma entrevista para contrastar as respostas e analisar as diferentes respostas caso houvesse.

Inicialmente, não estava no projeto a previsão de fazer uma entrevista com os alunos, apenas com a professora regente. O motivo que levou os pesquisadores a aplicarem uma entrevista foi o fato de se tratar de crianças pequenas. As respostas dadas aos questionários eram discretas e diretas. Mesmo o questionário sendo aplicado com auxílio do professor, os alunos não tinham o hábito de redigir respostas que exigissem uma redação mais elaborada. No entanto, verbalmente, eles conseguiam expressar uma realidade muito diferente da relatada por escrito no questionário. Oralmente era rica em detalhes, fato importante para a pesquisa. O desenvolvimento da pesquisa ocorreu durante o segundo semestre do ano letivo de 2014 e, no ano de 2015.

¹⁶Anexo- termo de consentimento livre esclarecido.

¹⁷Questionário do aluno em anexo -Anexo III.

2.3.3 Filmagens

As filmagens¹⁸ das atividades educativas de geometria realizadas no laboratório de informática foram feitas com o intuito de registrar informações relevantes nas quais o pesquisador poderia analisar as falas e questionamentos dos alunos ocorridos durante a aula que, por ventura, não tenham sido percebidas pelo pesquisador, ou não registradas nas notas de campo.

No caso desta pesquisa, que se trata de um trabalho coletivo, no qual os dados podem ser analisados sob vários aspectos, a filmagem se torna uma grande aliada. Torna-se possível analisar todo o material de pesquisa e manter a neutralidade dos dados. Sendo assim, o uso do vídeo permite um certo grau de exatidão na coleta de informações, uma comprovação frente aos tradicionais questionamentos da subjetividade da pesquisa qualitativa (KENSKI, 2003).

Questionamos se a presença da filmadora pode interferir no comportamento dos participantes. Autores como Heacock, Souder e Chastain (1996) esclarecem que o comportamento pode se modificar, mas apenas por um curto período de tempo, apontando que, após poucos minutos, os participantes se acostumam com o equipamento e voltam a apresentar seu comportamento usual. As imagens filmadas resultaram em informações que foram base para o texto escrito, das quais retiramos fragmentos para análise. Das cenas consideradas de maior importância, foram feitas fotos que ilustraram outros dados na pesquisa. Falas e ruídos também foram selecionados, mensurados e discutidos.

No caso desta pesquisa, a maioria das aulas com atividades no GeoGebra e das construções dos *blogs* foram registradas; no entanto, foram selecionados alguns episódios das filmagens para compor a análise, segundo a teoria de Duval e Van Hiele. Estes momentos foram transcritos e são apresentados no capítulo quatro.

Outro aspecto relevante da filmagem sob a observação é a possibilidade de rever o que foi feito e quantas vezes, for necessário. A possibilidade de examinar e interpretar os dados repetidas vezes fornece ao pesquisador novos questionamentos e novos caminhos a serem trilhados.

¹⁸ Foram registradas com auxílio de uma filmadora digital.

2.3.4 Notas de Campo

No decorrer das aulas, foram feitas anotações dos pontos mais relevantes observados pelo pesquisador. Essas anotações poderiam ser feitas por meio de registro cursivo (contínuo), uso de palavras-chaves, *check list* e códigos, que são transcritos posteriormente (DANNA; MATOS, 2006).

Estas anotações, no entanto, são registros feitos sob o olhar do pesquisador, registros estes de fatos os quais ele considera ou classifica como importantes para os dados da pesquisa.

Segundo Barton e Ascione (1984), o ato de observar é um processo e possui partes para seu desenrolar: o objeto observado, o sujeito, as condições, os meios e o sistema de conhecimentos, a partir dos quais se formula o objetivo da observação (BARTON; ASCIONE, 1984).

Para se formular este objetivo de observação, é necessário um planejamento prévio do que se deve ser anotado e observado. Desta forma, é possível delimitar o foco da investigação para que não se desviar da proposta inicial da pesquisa. Com a finalidade de registrar as diferentes informações descritivas e reflexivas, as anotações iniciais eram transcritas após as aulas ou o mais tardar no dia seguinte.

2.3.5 Questionários

A elaboração do questionário aplicado na turma de quinto ano foi realizada tomando-se alguns cuidados. Inicialmente, por se tratar de alunos que cursam ainda os anos finais do ensino fundamental, as questões foram meticulosamente adaptadas para fácil compreensão das crianças, pois foi preciso conter termos comuns aos vocabulários dos alunos e, ao mesmo tempo, as questões não deveriam ser muito extensas. Houve a preocupação dos pesquisadores em desenvolver questões diretas e sucintas.

Nesta pesquisa, foram aplicados dois questionários¹⁹. O primeiro com finalidade de ser um instrumento com o objetivo de compreender a capacidade e o conhecimento inicial dos alunos sobre as tecnologias. O segundo teve o intuito de entender como foi o processo de aprendizagem de Matemática na Informática educativa no decorrer do

¹⁹Em anexo: questionário Inicial e Final.

projeto, afim de colaborar com a formulação de futuras práticas educacionais envolvendo a informática educativa.

Ao término do projeto, a professora regente também respondeu a um questionário²⁰ que tinha o objetivo de servir de *feedback* para os pesquisadores.

Segundo Parasuraman (1991), um questionário é tão somente um conjunto de questões, feito para gerar os dados necessários para se atingir os objetivos do projeto. Neste sentido, optamos em criar um questionário fechado para os alunos do quinto ano e um aberto para a professora regente. O questionário fechado, por sua vez, de acordo com Rey (2005) *apud* Barbosa (2011, p. 67), registra um conjunto de informações atreladas ao problema de pesquisa e seus objetivos. A sua análise pode ser traduzida em indicadores de sentido subjetivo em outros contextos do desenvolvimento da pesquisa.

2.3.6 Registros produzidos pelos alunos

Segundo Flores *apud* SILVA (2009, p. 4) os documentos são fontes de dados brutos para o investigador e a sua análise implica um conjunto de transformações, operações e verificações realizadas a partir dos mesmos com a finalidade de lhes ser atribuído um significado relevante em relação a um problema de investigação.

Os documentos produzidos pelos alunos, nesta pesquisa, foram as atividades desenvolvidas no GeoGebra e salvas nos computadores do laboratório de informática, além das anotações. Outro recurso muito utilizado para registrar as produções dos alunos foram os *blogs*.

Tínhamos um *blog* central no qual podíamos disponibilizar material, como fotos, links, sites de pesquisa, entre outros materiais de pesquisa e referência, para construções nos projetos. Cada grupo tinha seu próprio *blog*, cujo acesso era apenas dos membros do grupo e dos mediadores do projeto. Os *blogs* dos alunos foram a estratégia encontrada para registrar suas impressões e saberes sobre as atividades, além de ser um ambiente de autoria pessoal do grupo.

Todas as imagens do GeoGebra, apresentadas nesta pesquisa, foram feitas pelos alunos. Os registros produzidos foram utilizados, quando necessário, juntamente com as falas transcritas dos vídeos que compõem os momentos destacados para a análise.

²⁰Em anexo: questionário respondido pela professora regente.

2.3.7 Fotografias

Adotamos a fotografia como recurso visual para registrar o processo de desenvolvimento do projeto, pois ela é mais que um retrato da realidade, ela tem sua mensagem subjetiva que expressa momentos importantes destacados pelo fotógrafo/pesquisador.

A fotografia surge no início do século XX, sendo percebida como um retrato da realidade.

[...] Hoje sabemos que a fotografia não é apenas um retrato da realidade, é também uma construção permeada pelo olhar/subjetividade do fotógrafo, podendo ser considerada uma obra de arte. (VELLOSO; GUIMARÃES, 2013, p. 249)

Esses momentos importantes são transformados em dados e, por sua vez, integram a pesquisa. Todavia, para que estes registros não ficassem restritos ao olhar do pesquisador, foi entregue em várias situações, a câmera fotográfica aos alunos/pesquisados para que eles também tivessem a oportunidade de eternizar momentos da pesquisa que eles achassem importantes.

A fotografia foi parte integrante do desenvolvimento de uma atividade no Geogebra. Foi por meio da fotografia que os alunos conseguiram exteriorizar a forma como eles visualizavam geometricamente o mundo que os cerca.

CAPÍTULO 3

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Neste capítulo, apresentamos a organização de todo o material desenvolvido dividido em duas partes com a intenção de facilitar o entendimento acerca do trabalho coletivo que aconteceu no interior de uma escola municipal. A análise dos dados foi feita posteriormente ao desenvolvimento de dois eixos que serão mostrados no capítulo quatro. No primeiro eixo, discutimos a respeito da Trajetória do Trabalho Educativo, pensando na importância de um trabalho coletivo e de todos envolvidos para que seja possível um ambiente de aprendizagem significativo. No segundo eixo, apresentamos a produção dos alunos para entendermos as relações envolvidas na formação do pensamento geométrico.

3.1. Trabalho coletivo

O trabalho coletivo pode ser entendido segundo o pensamento de Muniz (2006) *apud* Barbosa (2011) ao interpretá-lo como:

[...] o significado coletivo não corresponde ao indivíduo e nem ao grupo e, sim, é uma síntese entre indivíduo e grupo, ou seja, o termo retrata uma terceira situação, que nem se restringe ao indivíduo, mesmo que parta dele, e nem a uma simples soma de sujeitos, embora também a pressuponha. Enfim, o substantivo coletivo designa, ou melhor, abre espaço para pensarmos numa condição complexa que é simultaneamente individual e coletiva, sem, entretanto, restringir-se a uma ou outra destas condições [...] um coletivo tem haver com objetivos comuns, o que não é natural no grupo, pelo contrário, tem que ser articulado e construído, é resultado de um trabalho que busca algo comum, feito em sociedade, fruto de combinação. (BARBOSA, 2011, p.70)

Entender o significado do coletivo envolvido nesta pesquisa é entender o pensamento comum de indivíduos distintos, que discorreram sobre as atividades, os jogos e os conteúdos geométricos desenvolvidos no decorrer de três semestres. Foram realizados no intuito comum de formar, junto aos alunos do quinto ano, o pensamento geométrico com a utilização de um *software* de Geometria Dinâmica.

Neste coletivo, tínhamos uma equipe de sete pessoas, sendo duas professoras regentes do quinto ano: uma colaborou no segundo semestre de 2014 e, outra, no ano de 2015, uma graduanda em licenciatura em Matemática, um Mestre e um graduando em

bacharelado em Sistemas de Informação pela Universidade Federal de Uberlândia. No início desta pesquisa, a nossa contribuição foi como professora laboratorista, funcionária da escola. No entanto, no ano de 2015, iniciamos o curso de Mestrado em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Uberlândia, e passamos a compor o grupo como mestranda. Tínhamos outra mestranda também da mesma universidade, entretanto, em anos diferentes, que iniciou o curso em 2014 e um Doutor professor da Universidade Federal de Uberlândia, orientador das pesquisadoras. Posteriormente, ainda, no ano de 2014, a graduanda se desligou da pesquisa.

É importante esclarecer que o nosso papel, como pesquisadora, foi o de proporcionar o estreitamento entre a universidade e a escola pública. Não éramos educadora da turma de quinto ano e, portanto, não influenciávamos nos dados da pesquisa. No entanto, auxiliávamos durante as explicações sobre o uso do *software* de Geometria Dinâmica, uma vez que a professora regente não o dominava. A outra mestranda, que compunha a equipe de pesquisadores, foi responsável pelo desenvolvimento dos *blogs*.

O trabalho foi realizado em equipe, uma vez que discutimos previamente sobre todas as atividades a serem introduzidas com o *Software* de Geometria Dinâmica e quais conteúdos seriam postados juntamente com os alunos.

Uma apresentação mais específica sobre os integrantes do grupo do trabalho educativo será apresentada no Eixo I, a seguir.

3.1.1. EIXO I -Integração do *Software* GeoGebra com outras Mídias

Para iniciarmos essa seção, fazemos uma breve apresentação dos colaboradores que contribuíram com o processo de produção coletiva sobre o uso de um *software* de Geometria Dinâmica nos anos iniciais do ensino fundamental.

COLABORADOR I: Mestranda em ensino de Ciências e Matemática – O tema de pesquisa foi *blog*. Natural de Araguari, mora em Uberlândia desde 2012, ano o qual se efetivou no cargo de professora de Matemática do município, leciona para alunos do 6º ao 9º ano do ensino fundamental em uma escola do campo. Graduada em Licenciatura em Matemática pela Universidade Federal de Uberlândia em 2011, já participou de outro projeto relacionado ao tema “Tecnologia da Informação e Comunicação” em uma escola

Estadual da cidade de Araguari. Este trabalho, ainda na graduação, resultou no trabalho de conclusão de curso.

COLABORADOR II: Mestranda em ensino de Ciências e Matemática – O tema de pesquisa foi o Geogebra. Graduada em Matemática pela Universidade Federal de Uberlândia em 2002, especialista em docência no ensino superior também pela Universidade Federal de Uberlândia. Nascida em Ituiutaba- MG, mora em Uberlândia desde os quatro anos de idade. Coursou ensino fundamental e médio em escolas públicas. Trabalha como docente efetiva na rede pública desde 2002. Atua como educadora laboratorista desde 2010.

COLABORADOR III: Mestre em ensino de Matemática – Natural de Ipatinga – MG estudou o ensino fundamental e médio em escolas públicas. Mudou para a cidade de Uberlândia para estudar Matemática na Universidade Federal de Uberlândia, concluindo seu curso em 2009. Iniciou o mestrado em formação inicial de professores em 2011 na faculdade de educação da Universidade Federal de Uberlândia, concluindo em 2013. Neste mesmo ano ingressou no curso de Sistemas de Informação da mesma Universidade. Atua como Coordenador Sócio Educacional da Secretaria Municipal de Educação da Prefeitura de Uberlândia e é ingressante do doutorado na Universidade de São Paulo, também na área de educação.

COLABORADOR IV: Professor da Faculdade de Matemática, orientador desta pesquisa.

COLABORADORA V: Graduanda da Faculdade de Matemática. Coursando o quarto período. Desligou-se da pesquisa após dois meses de contribuições para o projeto.

COLABORADORA VI: Pedagoga de formação, professora regente da turma de quinto ano. Trabalha na escola desde 2013.

A constituição deste grupo ou coletivo de pessoas levou em consideração o trabalho com as tecnologias da informação na educação. O grupo iniciou-se com a colaboradora II, que é professora laboratorista na instituição na qual este projeto foi desenvolvido. Este foi o motivo que a levou a escolha desta instituição para o desenvolvimento da pesquisa. As indagações e inquietações a respeito da educação de alunos dos anos iniciais do ensino fundamental utilizando as TICs a levou a criar um projeto inicial de pesquisa o qual foi enviado a Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) e aceito. A partir deste momento, houve um envolvimento com colaborador IV, responsável pela introdução dos demais membros ao projeto que em parceria com a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior)

possibilitaria à Universidade e à Escola estreitar suas relações no avanço de práticas educativas com tecnologias. O Colaborador III participou do projeto como auxiliador do desenvolvimento de objetos de aprendizagem e a aplicação dos mesmos, para o bom desenvolvimento da pesquisa.

Os encontros iniciais com os membros da pesquisa foram realizados virtualmente, por meio de mensagens instantâneas e, posteriormente, na escola onde era desenvolvida a pesquisa ou, ainda, ocasionalmente, na Universidade Federal de Uberlândia.

A partir do ano de 2013/02 até 2015/01 a pesquisa contou com um subsídio da FAPEMIG e da CAPES. A realização do projeto ocorreu durante o período da tarde, no horário de aula da turma de quinto ano, sempre na segunda-feira, nos dois últimos horários. Todos os horários no laboratório de informática seguiam uma agenda pré-fixada com todas as turmas. A escola contava com um total de treze turmas e uma hora aula para cada turma no laboratório de informática. O quinto ano, por participar do projeto, foi beneficiado com uma aula a mais.

Para conduzir e registrar as atividades realizadas no laboratório, adotamos como ferramenta de autoria o uso de *blogs*.

3.1.1. GeoGebra e *Blogs*

Uma ferramenta utilizada no decorrer desta pesquisa foi o *blog*. Uma das justificativas da utilização deste instrumento é a possibilidade de registrar diariamente, os trabalhos realizados no Laboratório de Informática.

De acordo com Boeira (2011, p. 18),

o *blog* é um ambiente que, a princípio, não foi desenvolvido para fins educacionais, porém por apresentar algumas características, tais como a possibilidade de comunicação, interação e construção coletiva entre as pessoas, pode ser utilizado na educação, por professores e estudantes, como um ambiente alternativo de aprendizagem.

Estes ambientes virtuais permitem que os alunos trabalhem conforme sua disponibilidade, em suas residências e não fiquem presos à estrutura da escola. Por outro lado, permitem ao professor uma ampliação de seu trabalho, divulga suas ideias e propostas, e aumenta o contato com pessoas fora da escola (MORAN et al, 2008).

Na prática, o *blog* é um ambiente que tem sido explorado com diferentes finalidades de uso – servir de página pessoal, forma de demarcação de um grupo, mostrar

uma organização social específica ou simplesmente um álbum de família. A vantagem que esse ambiente oferece, em relação a outros disponibilizados na Internet, é que ele permite também discussões, interação e exposição de pensamentos (RODRIGUES, 2008, p. 20).

De acordo com Rodrigues (2008), o *blog* pode ser utilizado como recurso e estratégia pedagógica tendo em vista a disposição e o formato de conteúdo, acessibilidade e interatividade. Considerar o *blog* um recurso pedagógico é entendê-lo como um espaço de acesso à informação especializada e um espaço de disponibilização de informação. Como estratégia pedagógica, os *blogs* podem ser utilizados como: i) um portfólio digital; ii) um espaço de intercâmbio e colaboração; iii). um espaço de debates; 4. um espaço de integração, entre outros.

No caso desta pesquisa, o *blog* foi um facilitador, um mediador entre alunos e professor e entre os próprios alunos. A possibilidade de interagir de forma espontânea, mostrando quais seriam os pontos mais importantes das aulas de geometria, segundo o olhar do aluno, foi umas das justificativas de se utilizar tal aparato. O aluno pode registrar, diariamente, os conteúdos trabalhados, pode dar sua opinião, por meio dos “comentários” e justifica-la.

Essa possibilidade de o aluno expor suas ideias sem a pressão da presença imposta pelo professor pode ter um resultado diferente daquele que possivelmente teria, caso o aluno se expressasse oralmente. Uma vez que o aluno está livre, no seu tempo, em sua residência.

Outro ponto interessante seriam as trocas entre os alunos. De acordo com Rodrigues (2008), o público adolescente, por exemplo, faz do meio um canal para a expressão de sentimentos, utilizando como ferramenta a escrita digital associada a sons, ícones e imagens. O que chama atenção deles para esse gênero pode ser a liberdade de expressão que esse espaço oferece para o autor, além de ser um espaço interativo, tendo em vista que permite aos leitores enviarem comentários, acrescentarem ideias, interagirem com o dono do *blog* em determinada discussão. As discussões, as pesquisas na internet para a criação dos textos, os vídeos postados e a linguagem utilizada são meios de avaliar e acompanhar o raciocínio utilizado pelo educando. Sendo, desta maneira, uma ferramenta facilitadora do ensino da Matemática.

Desta forma, a análise de um *blog* construído como parte de uma atividade escrita nas aulas de geometria no laboratório de informática pode oferecer pistas importantes

para a compreensão das diferentes fontes de informações que o aluno hoje utiliza para a construção de conhecimento e como são selecionadas tais fontes.

Para trabalhar com *blogs*, adotamos uma estrutura de um *blog mãe* onde eram postadas as orientações para os trabalhos, as atividades, vídeos, fotos dos alunos ou fotos que os alunos registravam e resgatavam do *blog* mestre para postarem em seus *blogs*. Para criação do *blog mãe*, adotamos uma ferramenta gratuita denominada *Blogger*²¹, cuja função é produção, postagem e manutenção de um *blog*, de forma simples, sem a necessidade de conhecimento de programação, bastando ter apenas uma conta de *e-mail* no Google. A atualização do *blog* pode ser feita de qualquer lugar e qualquer momento, pois o *Blogger* é totalmente *online*, não precisando da instalação de um *software*. Abaixo, temos o *layout* do *blog mãe*²² com os endereços e nomes dos *blogs* criados pelos grupos da turma de quinto ano. O *Blog Mãe* tinha o nome de Blogando.

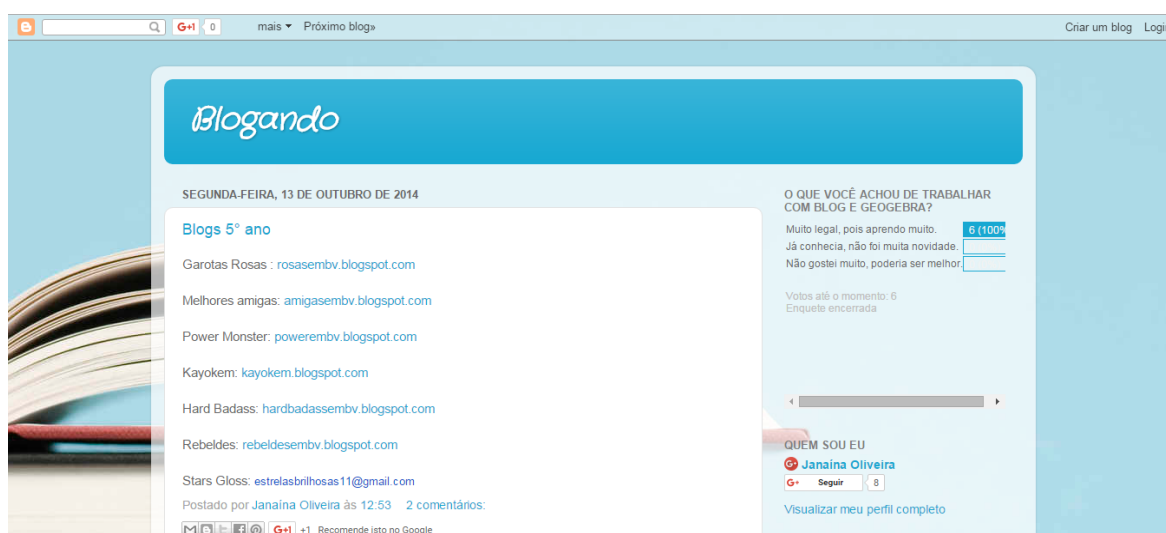


Figura 6- Blog Mãe: Blogando

Fonte: Disponível em: <<http://blogembv.blogspot.com.br/search?updated-max=2015-02-02T04:41:00-08:00&max-results=7>> Acesso em: 13 nov.2015.

Os *blogs* dos alunos foram criados em equipes. Para este feito, a turma foi dividida em cinco equipes. Cada equipe possuía um líder responsável por coletar as idéias sugeridas pelos colegas e postar. Os alunos eram totalmente responsáveis por suas

²¹ Disponível em <www.blogger.com/start?hl=pt-BR> Acesso em 13 nov. 2015

²² Disponível em: <<http://blogembv.blogspot.com.br/search?updated-max=2015-02-02T04:41:00-08:00&max-results=7>> Acesso em: 13 nov.2015.

postagens e comentários, os pesquisadores/colaboradores deixaram livres as escolhas para a criação dos *blogs*, desde *layout* aos nomes dos *blogs*.

O *Blog Mãe* tinha a função principal de orientar os alunos para o desenvolvimento das propostas de ensino com o GeoGebra. O *Blog Mãe*, assim como o *blog* sobre futebol, ambos foram construídos pela pesquisadora participante do projeto responsável pela pesquisa sobre *blogs*. Tal pesquisa rendeu uma dissertação com este tema.

Uma das principais contribuições do uso dos *blogs* neste projeto foi a praxidade que este instrumento possibilitou de registrar o trabalho dos alunos com o GeoGebra. As aulas no laboratório foram divididas entre as atividades feitas no GeoGebra e os registros nos *blogs*. O grupo de pesquisadores poderia, após as aulas reservadas para os registros, analisar as falas dos alunos sobre os temas desenvolvidos. Estas falas eram escritas espontaneamente pelos alunos de forma natural, muito próxima da linguagem materna.

Estes registros eram sobre os conceitos explicados com o uso do GeoGebra, as resoluções das atividades matemáticas sugeridas, as opiniões dos alunos sobre estas atividades ou mesmo as pesquisas que eles faziam sobre estes temas. Neste contexto, os *blogs* funcionavam para os pesquisadores como um diário virtual das atividades, favorecendo as eventuais mudanças de planejamento das aulas.

A seguir temos na figura 7 o Fluxograma dos *Blogs*.

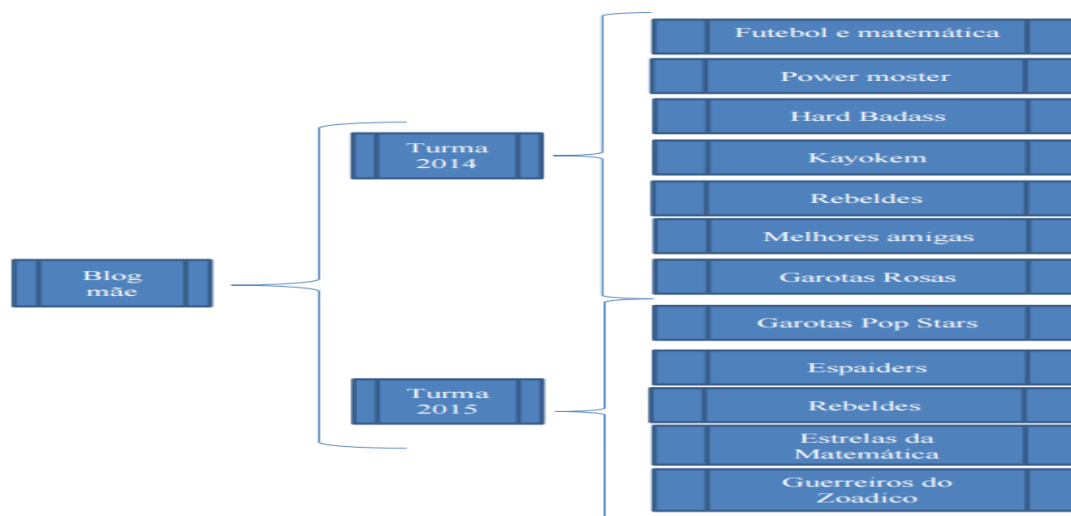


Figura 7: Fluxograma de *blogs*

Fonte: OLIVEIRA, 2016, p.68²³

Com exceção do *blog* ‘futebol e Matemática’, todos os *blogs* referenciados nas turmas 2015 e 2014 foram construídos pelos alunos. Nestes *blogs*, os alunos postaram suas reflexões sobre as atividades feitas em sala, também pesquisas, descrição e conclusão das propostas realizadas no projeto.

No quadro, a seguir, apresentamos o endereço eletrônico de todos os *blogs* mencionados na figura 7.

²³ Janaina Fátima Sousa Oliveira foi colaboradora deste projeto e apresentou a Dissertação: Estratégias de trabalho com *blogs* no ensino de geometria em turmas de 5º ano do ensino FUNDAMENTAL, 2016, à Faculdade de Ensino de Ciências e Matemática da UFU.

| | |
|---------------------------------|---|
| <i>Blog mãe</i> | http://blogembv.blogspot.com.br/ |
| <i>Power moster</i> (2014) | http://powerembv.blogspot.com.br/ |
| <i>Hard Badass</i> (2014) | http://hardbadassembv.blogspot.com.br/ |
| <i>Kayokem</i> (2014) | http://kayokem.blogspot.com.br/ |
| Rebeldes (2014) | http://rebeldesembv.blogspot.com.br/ |
| Garotas rosas (2014) | http://rosasembv.blogspot.com.br/ |
| Futebol e matemática (2014) | http://futebolembv.blogspot.com.br/ |
| Melhores amigas (2014) | http://amigasembv.blogspot.com.br/ |
| Guerreiros do Zodíaco (2015) | http://guerreirodozoadico.blogspot.com.br/ |
| Estrelas da matemática (2015) | http://estrelasembv.blogspot.com.br/ |
| Rebeldes (2015) | http://rbdembv.blogspot.com.br/ |
| Espaiders (2015) | http://espaiders.blogspot.com.br/ |
| Garotas <i>pop stars</i> (2015) | http://garotaspopstarembv.blogspot.com.br/ |

Quadro 1- Blogs

Fonte: a autora

Para a criação dos *blogs*, foi necessária inicialmente a criação de uma conta de *e-mail* e isso foi feito pelos grupos, ou seja, a turma possuía cinco contas de *e-mails* e isso futuramente teve um inconveniente, como registrado em Nota de Campo:

[...] pedimos que os alunos entrassem em seus *e-mails* criados em grupos, para enviar as paisagens gravadas. Muitos alunos esqueceram as senhas. Outro acontecimento inconveniente, no qual não tínhamos pensado, foi que dois alunos não conseguem entrar no mesmo e-mail ao mesmo tempo. Apenas quando um aluno termina de enviar e anexar seu trabalho e fecha o e-mail é possível que o outro integrante do grupo enviasse seu trabalho de outra máquina, uma vez que cada 5 grupos de alunos possuem o mesmo *login* e mesma senha. (NOTA DE CAMPO: 18/08/14)

Para as postagens sobre as atividades, ou resumos sobre a aula no laboratório, os alunos faziam resumos em grupo e um aluno era o responsável pelas postagens. No último semestre, entregamos um bloco de anotações para cada aluno registrar os acontecimentos mais importantes de cada aula para facilitar os registros nos *blogs*, porém esse material não foi bem aceito, muitos alunos esqueciam os blocos de anotações e acabavam por fazer os registros nas últimas páginas dos cadernos, como rascunhos, para posteriormente transcreverem de forma organizada para os *blogs*.

Eventualmente, tínhamos grupos que apresentavam dificuldade de atualizar os *blogs*, e estes grupos necessitavam de uma ajuda dos colegas dos outros *blogs*, pois os professores/laboratorista/regente/pesquisadores não os auxiliariam neste tipo de atividade.

A motivação por parte dos alunos em manter os seus *blogs* atualizados de acordo com as aulas foi realizada de maneira diferente nos dois anos do projeto. No primeiro ano, a única motivação era um passeio que ocorreria no final do projeto apenas para as equipes que participassem efetivamente de todas as atividades, fazendo diariamente seus registros e seus comentários. No entanto, essa motivação foi insuficiente para muitos alunos. Tivemos equipes defasadas em comparação com as demais, pouquíssimas postagens, não participavam dos comentários nos outros grupos ou mesmo não tinham uma atitude participativa durante as aulas. Para tentar melhorar essa participação de alguns grupos, fizemos uma gincana, a qual tinha o intuito simplesmente de promover a atualização de todos os grupos nas postagens, e servir de estímulo para que os alunos aprendessem a pesquisar na internet.

Esta gincana era relacionada com a “Copa do Mundo”, uma vez que estávamos em ano de Copa, era uma realidade que os alunos estavam vivenciando.

Inicialmente discutimos sobre a aula cujo tema será a Copa do Mundo. Enumeramos as perguntas mais pertinentes à intenção da aula: proporcionar ao aluno um estímulo para que o mesmo aprenda a fazer pesquisa na internet. Discutiu-se a metodologia da aula. A turma será dividida em duas equipes, e as mesmas serão comandadas por um capitão pertencente a cada equipe, o qual será selecionado por “sorteio” e orientados pela laboratorista e pela colaboradora I. Cada equipe fará a pesquisa a fim de responder as questões sugeridas pelos participantes do projeto. Ao término das questões, as duas equipes estarão empatadas. O critério de desempate será por meio de pênaltis, cobrados pelo capitão de cada equipe. A equipe vencedora receberá uma taça de chocolate. A equipe que ficar em segundo lugar receberá chocolates no formato de bolinhas de futebol. Todos serão premiados. (NOTA DE CAMPO: 28/08/14)

Despertar o prazer no aluno por uma disciplina, por um curso, por um assunto é um estímulo para o educador. A gincana serviu como um estímulo positivo, que facilitou o entendimento de como fazer pesquisas na internet e, certamente, ficará na memória dos alunos e professores/colaboradores que participaram naquele dia.

Ao término das atividades no laboratório, os alunos e professora regente responderam a um questionário²⁴ sobre os conceitos discutidos e os aprendizados ocorridos no decorrer do ano letivo no laboratório de informática.

O passeio no final do ano letivo foi um tipo de “premiação” pela participação da turma. Os alunos fizeram uma visita ao Laboratório de Física da UFU e receberam uma “medalha de ouro” da secretária da Educação do Município de Uberlândia. A entrega das medalhas foi uma maneira que a secretaria conseguiu para demonstrar o seu apoio ao projeto.



Figura 8: Passeio ao Laboratório de Física da UFU

Fonte: Acervo de fotos da autora

Os alunos tiveram explicações sobre algumas leis da física e a oportunidade de manusear várias experiências, conforme é possível ver na figura 9 e 10.

²⁴ Questionário final de ano dos alunos- Anexo I



Figura 9: Os alunos intrigados com a ilusão de ótica “Porque ele parece estar flutuando?”

Fonte: Acervo de fotos da autora

Ao retornarmos à escola, tivemos uma confraternização com um lanche especial, foi o momento de agradecermos a participação de todos os envolvidos. No ano seguinte, os pesquisadores em conjunto discutiram uma solução para a motivação da nova turma, e devido ao bom resultado da gincana da “Copa” no ano anterior, resolvemos que, no ano de 2015, adotariamos uma metodologia que premiasse diariamente os alunos. Como resultado desta discussão, resolvemos que toda atividade proposta valeria uma “estrela”, isso incluiria a participação no laboratório de informática (saber ouvir e saber responder nos momentos adequados), dedicação nos comentários e postagens e, por último, dedicação nas resoluções das atividades no GeoGebra.

Essa iniciativa de premiação com a “estrelinha” foi tomada por se tratar de uma clientela que não é inspirada por “notas extras”. Ao contrário, quando estava em jogo uma “estrelinha”, eles vibravam e faziam a atividade com maior empenho.

Assim, todas as atividades eram “avaliadas” e os grupos ganhavam ou não suas “estrelinhas”. O desempenho da turma era notavelmente diferente do ano anterior, no entanto, alguns alunos não se dedicavam às atividades propostas e o ganhar ou não as estrelas, não fazia diferença. Com estes alunos, era necessário um acompanhamento mais próximo para garantir sua participação nas atividades. Neste sentido, identificamos os alunos que necessitavam de um atendimento mais “próximo” e fazíamos um “rodízio de observação” entre os colaboradores no intuito de resgatar a participação destes alunos.

Para motivação, as “estrelas” eram distribuídas ao término das aulas e colocadas em um mural no laboratório de informática, local onde eles poderiam ver e contar quantas estrelas os grupos possuíam. Além da premiação das “estrelas”, os alunos teriam também

um passeio na UFU e um lanche especial na Prefeitura de Uberlândia, onde aconteceria, como no ano anterior, a premiação com as medalhas.

Outro ponto discutido no coletivo com os pesquisadores foi que deveríamos acrescentar a robótica no intuito de incentivar, de forma mascarada, o estudo de conteúdos geométricos. Neste sentido, o colaborador IV, que orienta grupos de estudo sobre o uso da robótica na educação matemática, nos colocou em contato com os alunos do curso de Licenciatura Matemática que estavam trabalhando com o tema Robótica no Bairro.

Inicialmente, este contato foi via grupo fechado em uma rede social, no qual foi acordado um total de 10 horas/aula com a turma de quinto ano. Esses alunos receberiam os primeiros conceitos relacionados à robótica. Discutimos a importância de relacionar o conhecimento geométrico com a realidade do aluno, neste intuito, fizemos um planejamento que envolveria o uso da robótica e a maquete da escola.

Antes de analisarmos como foi desenvolvido este trabalho com a robótica, precisamos entender como ela pode se relacionar com a geometria e com as tecnologias da informação.

3.1.2 GeoGebra e a Robótica

Outro instrumento utilizado na presente pesquisa foi a Robótica. A finalidade de se utilizar a robótica, nesta pesquisa, foi aproximar a realidade dos alunos com construções de maquetes da escola e as construções feitas com o uso do *software* de Geometria Dinâmica. A robótica teve o intuito de somar conhecimento, agregar aos conceitos geométricos aos conhecimentos sobre eletrônica. Era a possibilidade de despertar maior interesse nos alunos pela pesquisa, além de utilizar um material acessível aos professores, que dificilmente seria apresentado aos alunos em outra ocasião.

A Robótica ²⁵educacional de acordo com Barbosa (2011, p.56):

²⁵ Robótica é o ramo da mecânica, [...] que atualmente trata de sistemas compostos por máquinas e partes mecânicas automáticas e controlados por circuitos integrados (micro processadores), tornando sistemas mecânicos motorizados, controlados manualmente ou automaticamente por circuitos ou mesmo computadores. (CAMPOS, 2005, p.22).

[...] é uma linha de ensino, aprendizagem e pesquisa capaz de oferecer condições de trabalho com atividades investigativas e de treino, ou seja, constituir ambientes diversos de aprendizagem dependendo da abordagem pedagógica adotada e os objetivos educacionais a serem alcançados.

Dentre os objetivos educacionais a serem alcançados no ensino fundamental com a robótica estão a possibilidade de o estudante tomar conhecimento da tecnologia atual além dos objetivos destacados por Godoy (1997) *apud* Zilli (2004, p. 41-42) que são classificados entre gerais, psicomotores, cognitivos e afetivos:

Objetivos Gerais

- * construir maquetes que usem lâmpadas, motores e sensores;
- * trabalhar conceitos de desenho e geometria;
- * conhecer e aplicar princípios de eletrônica digital;
- * construir ou adaptar elementos dinâmicos como engrenagens, redutores de
- * velocidade de motores, entre outros.

Objetivos Psicomotores

- * desenvolver a motricidade fina;
- * proporcionar a formação de habilidades manuais;
- * desenvolver a concentração e a observação;
- * motivar a precisão de seus projetos.

Objetivos Cognitivos

- * estimular a aplicação das teorias formuladas à 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 adequem 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;
- * proporcionar a curiosidade pela investigação levando ao desenvolvimento intelectual do aluno.

Objetivos Afetivos

- * promover atividades que gerem a cooperação em trabalhos de grupo;
- * estimular o crescimento individual através da troca de projetos e ideias;
- * garantir que o aluno se sinta interessado em participar de discussões e trabalhos de grupo;
- * desenvolver o senso de responsabilidade;
- * despertar a curiosidade;
- * motivar o trabalho de pesquisa;
- * desenvolver a autoconfiança e a autoestima;
- * possibilitar resolução de problemas por meio de erros e acertos.

São muitas as potencialidades de ensino promovidas pela robótica, além dos objetivos destacados por Zilli, Mill e César *apud* Gomes (2014, p. 21) destacam que:

a introdução à robótica na educação pode proporcionar aos sujeitos envolvidos: aprendizagem motivada e divertida (buscando potencializar as atividades lúdicas); autonomia e responsabilidade pela aprendizagem; planejamento estratégico com base na aprendizagem; aprendizagem sociointeracionista, concepção de projetos de aprendizagem (domínio efetivo das tecnologias digitais); aprendizagem digital e raciocínio abstrato; aprendizagem por tentativa e erro/tentativa-acerto; aprendizagem pela pesquisa e pela multidisciplinaridade.

Quando o aluno faz descobertas por si mesmo na busca da melhor maneira de construir um robô e a programação a ser utilizada, isso favorece o ensino. De acordo com Papert (2008), esta é uma atitude construtivista, o que é configurado pela possibilidade de construção do conhecimento pelo aprendiz. “A forma construtivista de utilizar a tecnologia tem como meta oferecer estratégias de estudo de forma a produzir a maior aprendizagem possível a partir do mínimo de estudo” (GOMES, 2014, p. 20).

Com este pensamento construtivista, Papert (2008) o relaciona com a ideia de “conjunto de peças para a construção” de início com as ferramentas Lego, e em seguida, ampliando-se para as linguagens de programação, que podem ser consideradas conjuntos a partir dos quais os programas podem ser feitos.

A construção de robôs passa a contribuir com o processo de aprendizagem do aluno, pois ao ir testando, pesquisando e construindo, ele vai aprendendo nesse decorrer.

A empresa Lego, com base nas ideias de Papert, buscou aprimorar as ferramentas de forma que os alunos tivessem acesso a estes recursos para a construção do

conhecimento. Atualmente, uma das ferramentas oferecidas pela empresa é o *Kit* Lego Mindstorms²⁶.



Figura 10- Imagem do *Kit* lego Mindstorms

Fonte: Acervo da pesquisadora

O *kit* de robótica é semelhante a outros brinquedos da empresa Lego, o seu diferencial consiste nas peças específicas para os robôs, com engrenagens, sensores, motores e uma ferramenta com uma programação que permite manipular o robô para que seja possível uma determinada atividade (GOMES, 2014, p.22).

Outro ponto a ser destacado no uso da robótica, na presente pesquisa, está relacionado com a confecção de uma maquete da escola, na qual será trabalhada parte do conteúdo de geometria, como por exemplo, figuras espaciais e ângulos, localização espacial entre outros.

A possibilidade de associar o uso da robótica com a construção de maquetes vai de acordo com o que é sugerido nos PCNs: “construir maquetes e descrever o que nelas está sendo representado é também uma atividade muito importante, especialmente no sentido de dar ao professor uma visão do domínio geométrico de seus alunos (BRASIL, 1997, p.79).”

A seguir, temos uma imagem da montagem da maquete dos pavilhões de salas de aula da escola onde ocorreu a pesquisa.

²⁶ Linha de brinquedo Lego, lançada comercialmente em 1998, voltada para a educação tecnológica. Disponível em: <<http://mindstorms.lego.com/en-us/default.aspx>> Acesso em: 20 out. 2015.

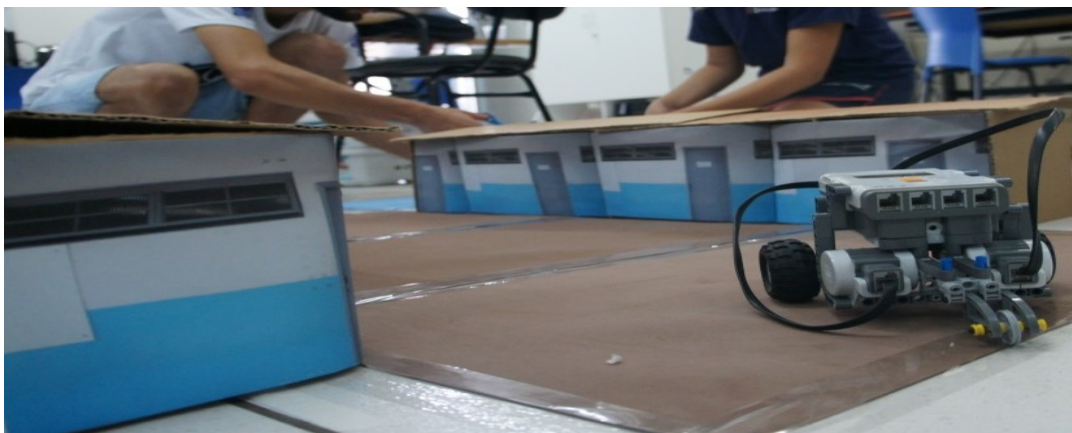


Figura 11- Montagem da Maquete dos pavilhões de salas da escola municipal

Fonte: Acervo de fotos da autora

Ao desenvolver um projeto em forma de maquete ou protótipo, ocorre a interação entre o aluno e seus colegas na criação e execução, ensinando-o a respeitar, colaborar, trocar informações, compreender, se organizar e ter disciplina, levando-o a resolução de problemas. O importante “é criar condições para discussão, promover abertura para que todos, alunos e professores, participem, apresentando sugestões para os problemas e até mesmo criar problemas a serem solucionados” (ALMAS, 2003, p.1 *apud* Zilli, 2004, p. 42).

Para as crianças, uma aula de geometria que possibilite o contato com peças variadas, engrenagens e que, a partir delas, possam ser criados robôs que se movimentem com rodas, esteiras ou outros comandos é, no mínimo, motivador. Por este motivo, destacamos a importância de desenvolver uma pesquisa de Matemática no quinto ano de ensino que contemple o uso desta ferramenta de ensino.

Ao trabalhar a geometria com a robótica, utilizando as maquetes, partimos do mundo real, dos sólidos geométricos, relacionando os pavilhões com os paralelepípedos, as salas com cubos, os telhados com as pirâmides. Desta maneira, diferente do ano anterior, iniciamos com o GeoGebra 3D, construindo os sólidos e, posteriormente, planejando para entendermos suas partes e conseqüentemente suas propriedades.

Para a planificação das figuras geométricas espaciais, inicialmente, utilizamos a ferramenta planificação do GeoGebra 3D e, em um segundo momento, utilizamos o Poly

Poly Pro²⁷ é um *software* gratuito capaz de planificar sólidos geométricos, como é visto na figura 12 abaixo.

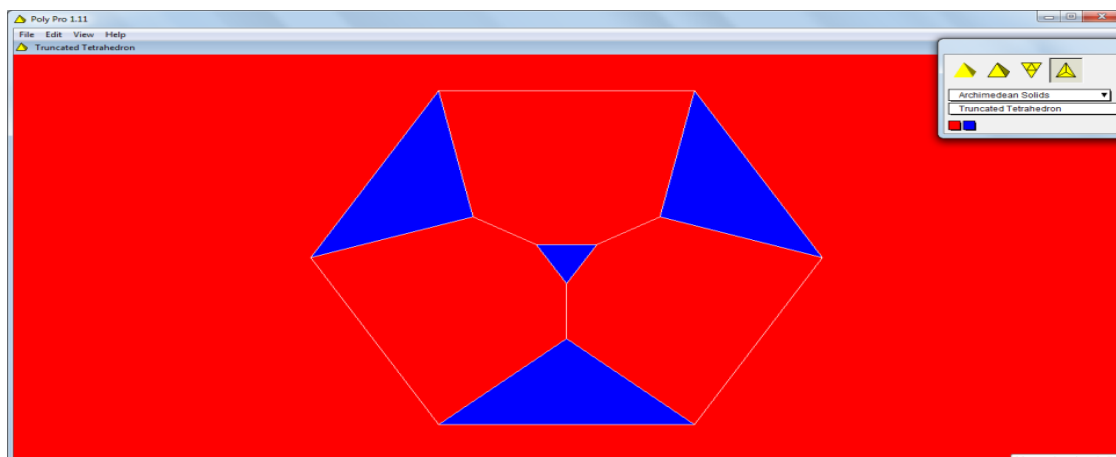


Figura 12- Interface do Poly Pro 32

Fonte: Poly Pro 32

Posteriormente, estas planificações foram refeitas utilizando o Geogebra. No ano de 2014, iniciamos pelas definições de ponto, reta e plano, para, posteriormente, construir as figuras geométricas e, em sequência, os sólidos geométricos.

No decorrer dos três semestres, desde 2014/02 e o ano de 2015, partindo do conceito de pontos até chegar nos sólidos e partindo dos sólidos até chegar nos pontos, fizemos 15 atividades utilizando o Geogebra, todas serão discutidas no Eixo II que analisa as produções dos alunos e os registros destas atividades nos *blogs*.

A dificuldade encontrada durante esse período com o Geogebra foi ajustar as atividades com as necessidades exigidas para a construção do conhecimento geométrico com uma turma de quinto ano.

Conceitos que, para educadores matemáticos, têm na sua simplicidade a dificuldade de construção do conceito. Algumas atividades foram criadas pelos colaboradores, outras ajustadas de livros do ensino fundamental II.

Nas pesquisas realizadas em livros textos²⁸ de quinto ano, não encontramos nenhuma citação referente ao uso das tecnologias no ensino da geometria. Houve

²⁷ Disponível em <<http://poly-pro.softonic.com.br/>> Acesso em: 15 out. 2015.

²⁸ Livros pesquisados: 1º) Prado, Juliana Santo Sosso. Agora é hora: matemática, 5º ano. Curitiba, PR: Base Editorial, 2011.

2º) Santos, Fábio Vieira dos, A escola é nossa: matemática, 5º ano/ Fábio Vieira dos Santos, Jackson da Silva Ribeiro, Karina Alessandra Pessoa. São Paulo: Scipione, 2011- Coleção a escola é nossa- Livro texto da turma.

referência ao uso de calculadora porém, não estava relacionada ao ensino da geometria ou relacionada ao uso de tecnologias. Em nenhum dos livros pesquisados, houve ao menos o uso do termo “tecnologias”.

No entanto, encontramos uma coleção do ensino fundamental II²⁹ (do sexto ao nono ano) que ao término de cada unidade ou capítulo destacava o uso de tecnologias, construções ou curiosidades envolvendo geometria. Entramos em contato com a editora por meio de um *e-mail*, para averiguar se a editora contemplava o ensino fundamental I, infelizmente, não houve resposta.

No ano de 2015, retomamos com o diferencial da robótica e o Geogebra 3D, mudanças estas que refletiram na forma como pensávamos os conteúdos das atividades de geometria. Com relação aos *blogs*, criados pelos alunos deste ano, continuamos da mesma maneira que, no ano de 2014, a divisão das equipes com seus respectivos *blogs*. Como exemplos temos os *blogs* “Guerreiro do Zoádico”³⁰ (figura 15) e o *blog* “garotas popstar”³¹.

Outro diferencial, ocorrido no ano de 2015, foi uma entrevista/mesa redonda³² realizada com a turma, professora regente, colaboradores I e III ao término do projeto. Este debate foi filmado e analisado em conjunto com os colaboradores e substituiu o questionário final tanto para a professora regente, quanto para os alunos.

O motivo desta mudança ocorreu pela facilidade dos alunos expressarem seus pensamentos na linguagem falada. Por se tratar de crianças que cursam ainda o ensino fundamental I, muitas falas escritas no questionário final do ano anterior ficaram a desejar, pois eram descritas de forma sucinta sem a possibilidade de expressar corretamente seus pensamentos sobre os principais momentos do projeto. Entendemos, coletivamente, que uma entrevista/mesa redonda seria mais rica em detalhes, os alunos ficariam mais tranquilos em expor suas opiniões.

Uma das principais contribuições do uso do GeoGebra com a robótica foi a possibilidade de despertar o desejo nos alunos de quinto ano de resolverem as situações

39) Projeto Burity: Matemática/organizadora Editora Moderna; obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida pela editora Moderna; editora responsável Mara regina Gay. 2. Ed. -São Paulo: Moderna, 2011.

40) Sanchez, Lucília Bechara. Coleção fazendo e compreendendo: matemática, 5º ano/Lucília Bechara Sanchez, Manhúcia Perelberg Liberman. 5.ed.-São Paulo: saraiva, 2011.

29 Souza, Joamir Roberto de. Vontade de saber matemática, 6º ao 9º ano/ Joamir Roberto de Souza, Patrícia Rosana Moreno Pataro. 1.ed. – São Paulo: FTD, 2009. (Coleção Vontade de Saber).

30 Disponível no endereço: <<http://guerreiroduoadico.blogspot.com.br/>> Acesso em:15 out.2015

31 Disponível no endereço:<<http://garotaspopstarembv.blogspot.com.br/>> Acesso em:15 out.2015.

32 Em anexo VII - Questões que fundamentaram a Entrevista/mesa redonda.

problemas de forma lúdica. Os alunos ficaram empolgados com a construção do carrinho robô. Fizeram os cálculos de perímetros e áreas no GeoGebra e relacionaram estes cálculos com a realidade da escola, caso fizéssemos uma coleta seletiva de lixo.

Outra grande contribuição foi a construção da maquete, que trouxe a possibilidade de relacionar os conceitos de geometria espacial com o GeoGebra 3D e principalmente visualizar os desenhos graficamente, rotacionando estes desenhos e planificando, sem grande esforço computacional.

O encerramento anual do projeto foi novamente, um passeio no laboratório de Física da UFU e houve a entrega de medalhas no Gabinete da Secretaria de Educação, pela Secretária de Educação. Neste ano, a secretaria da Educação soltou uma nota explicativa no Portal da Prefeitura de Uberlândia³³ sobre o projeto.

3.2 Eixo II Produção dos alunos

As atividades escolhidas para exemplificar a produção dos alunos foram criadas coletivamente. Os temas eram escolhidos de acordo com o conteúdo trabalhado em sala de aula pela professora regente. Não decidíamos qual conteúdo seria privilegiado. Essa decisão era da professora regente e, por isso, respeitávamos o seu plano de aula.

Discutíamos com o coletivo como introduzir os temas já trabalhados em sala no Geogebra. Nosso desafio maior era escolher a melhor maneira de despertar e construir o pensamento geométrico com os educandos. De acordo com Moran (2008, p.18),

Um dos grandes desafios para o educador é ajudar a tornar a informação significativa, a escolher as informações verdadeiramente importantes entre tantas possibilidades, a compreendê-las de forma cada vez mais abrangente e profunda e a torná-las parte do nosso referencial.

Ao buscar a melhor forma de introduzir determinado conteúdo, pensávamos sempre na nossa meta enquanto pesquisadores que era compreender qual a viabilidade do trabalho com o *software* de Geometria Dinâmica no processo de ensinar e aprender Geometria no 5º ano do Ensino Fundamental em uma escola pública.

3.2.1 Atividades no GeoGebra

33

Disponível

em:

<http://www.uberlandia.mg.gov.br/2014/noticia/10207/alunos_recebem_medalhas_por_bom_desempenho_em_software_de_matematica.html> Acesso em: 15 nov.2015.

Segundo Ferreira (2009, p. 03),

as ações de exploração de conteúdos geométricos com a utilização do *software* GeoGebra possibilitaram criar condições para que o aluno aprenda fazendo investigações que podem oportunizar ao mesmo de fazer conjecturas, testes e análises para então, estar apto a realizar uma conclusão do conteúdo e conceito que está sendo explorado com o programa.

Devemos destacar que a utilização do computador no ensino da geometria exerce uma especial importância na questão da visualização. Na teoria de Van Hiele, o reconhecimento visual é o primeiro nível do pensamento geométrico, pois o aluno visualiza o objeto geométrico e o identifica. Segundo van Hiele (1986), a visualização, a análise e a organização formal (síntese) das propriedades geométricas relativas a um conceito geométrico são passos preparatórios para o entendimento da formalização de um conceito.

Segundo Sampaio e Souza (2010), os níveis de compreensão do modelo de Van Hiele, a visualização ou reconhecimento está classificado no nível 1. Neste nível, o aluno reconhece visualmente uma figura geométrica e tem condições de aprender o vocabulário geométrico e não reconhece ainda as propriedades de identificação de uma determinada figura.

Os alunos do quinto ano participantes do projeto, inicialmente, reconheciam as figuras geométricas construídas com o GeoGebra, com o desenvolvimento do projeto, e a resolução das várias atividades, os alunos conseguiam destacar algumas propriedades das figuras geométricas. Neste sentido, eles podem ser classificados como integrantes de uma fase de transição dentro da teoria de Van Hiele (SAMPAIO E SOUZA, 2010). Segundo esta teoria, os alunos progredem de acordo com uma sequência de níveis de compreensão de conceitos, enquanto aprendem geometria. Por estes alunos se encontrarem nesta fase de transição, o *software* de Geometria Dinâmica possibilita o avanço no pensamento abstrato destes alunos, podendo estimular os alunos para que aconteça uma evolução no seu pensamento geométrico.

Com a intenção de discutirmos sobre as atividades trabalhadas com os alunos do quinto ano do ensino fundamental 1 vamos apresentá-las e, posteriormente, os comentários dos alunos sobre estas atividades, para então analisarmos sua viabilidade no processo de ensinar e aprender geometria.

3.2.1.1 O ponto e as retas

A primeira atividade surgiu de um diálogo com a professora regente da turma. Tínhamos que trabalhar os conceitos iniciais da geometria como ponto, reta, plano, semirreta, segmento de reta e polígonos utilizando o GeoGebra, conceitos estes já desenvolvidos em sala de aula. Após discutirmos com a professora da turma as possibilidades, ela sugeriu a atividade:

[...] poderíamos fazer perguntas legais do tipo: com quatro pontos podemos construir quantos triângulos? Ou então, se uma semirreta começa num ponto A com sentido para a direita e outra semirreta começa em A com sentido pra esquerda, o que acontece? Ou então, por um mesmo ponto podemos traçar/desenhar quantas retas? (NOTA DE CAMPO 04/14/16)

Acatamos a sugestão da professora e a aula no laboratório de informática ficou dividida em dois momentos. Na primeira aula, a professora laboratorista ficou responsável por apresentar a barra de ferramentas do *software* GeoGebra para os alunos e, na continuidade, a professora regente fez as perguntas para serem respondidas com o auxílio do *software*.

Os alunos, ao ouvirem as indagações da professora regente, continuaram a “mexer” no GeoGebra. No entanto, um aluno começou a traçar inúmeras retas sobre um mesmo ponto. Isso chamou atenção do colega ao lado, em poucos minutos, ambos estavam apostando que conseguiriam responder primeiro.

Vários outros alunos entraram na aposta, traçando retas sobre um ponto. Acreditamos que, no entendimento dos alunos, chegaria um momento que não “caberiam” mais retas. A aula estava chegando ao final e eles pediram mais tempo pra continuar. A professora regente interveio e solicitou que eles ampliassem a tela e tentassem passar uma reta por cima da outra, indagando se isto seria possível. Eles continuaram a traçar as retas, quando um dos alunos exclamou a frase que os professores estavam ansiosos para ouvir: “- Professora, isso não vai acabar nunca!” Com a intervenção novamente da professora, a turma definiu o termo ‘infinito’ e chegaram à conclusão (ainda com a insatisfação de alguns alunos): ‘Por um ponto podemos traçar infinitas retas’.

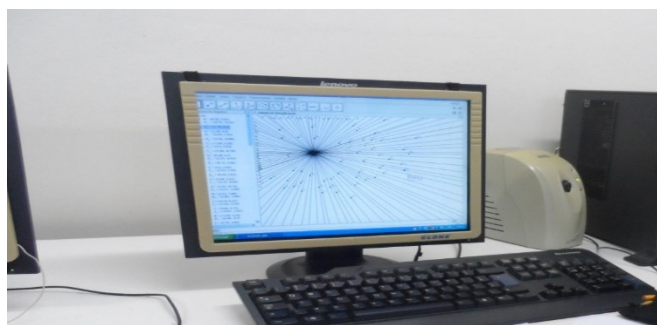


Figura 13- Traçando retas sobre o mesmo ponto

Fonte: Acervo de fotos da autora

O questionamento que fazemos sobre a atividade na qual o aluno considera a possibilidade de dar um contraexemplo, mesmo sendo intuitivamente, é: seria possível que esse aluno entenda o conceito de ‘infinito’, verifique a veracidade de um teorema, sem o auxílio do GeoGebra?

3.2.1.2 Conceitos e nomenclaturas

A segunda atividade foi uma extensão da primeira. Criamos uma sequência³⁴ de orientações que levavam o aluno a conhecer a nomenclatura diferenciada entre nome de reta e nome de ponto: - A medir segmentos - A diferença entre retas concorrentes e coincidentes - A criar polígonos e medir seus lados - A calcular o perímetro destes polígonos - A diferença entre um polígono regular e outro qualquer.

Essa sequência, no entanto, exigiu mais que o programado. Era prevista uma aula com duas horas/aula para resolver todas as atividades. Os alunos conseguiram resolver todas as questões em dois dias. A atividade era composta por um total de 7 (sete) exercícios, alguns com quatro subitens. Porém, a resolução era rápida. Temos um exemplo desta atividade a seguir na figura 14, onde o aluno foi orientado a construir triângulos e medir o comprimento dos seus lados utilizando as ferramentas do GeoGebra.

³⁴Anexo VII: Atividade 2


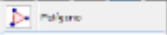

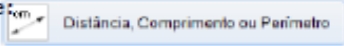

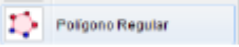


| | |
|---|---|
| Atividade 5 | |
| Com o ícone  | a) Crie um triângulo qualquer com o ícone:  |
|  | b) Vá ao ícone:  c) Meça o comprimento de cada lado de seu triângulo. Registre. |
|  | d) Crie um triângulo regular com o ícone:  |
|  | e) Vá ao ícone:  f) Meça cada lado do triângulo criado por você. g) Qual a diferença dos triângulos criados nos itens a) e d)? Registre. |

Figura 14- Exercício 5

Fonte: A autora

3.2.1.3 Desenhando com o GeoGebra

Por ser uma turma de 5º Ano do Ensino Fundamental I de acordo com o Modelo de Van Hiele *apud* Gravina (2001, p.68) o nível de compreensão observado foi o NÍVEL 0 OU BÁSICO. Neste nível, os alunos não são capazes de enxergar propriedades das figuras. Embasados nesta teoria, propomos uma sequência de pequenas tarefas orientadas, com o objetivo de suscitar respostas específicas.

Esta aula foi dividida em dois momentos. No primeiro, os alunos ficaram livres para “mexer” no GeoGebra e construir polígonos quaisquer, tendo um contato inicial com as figuras geométricas no GeoGebra como mostra na figura 15 a seguir.

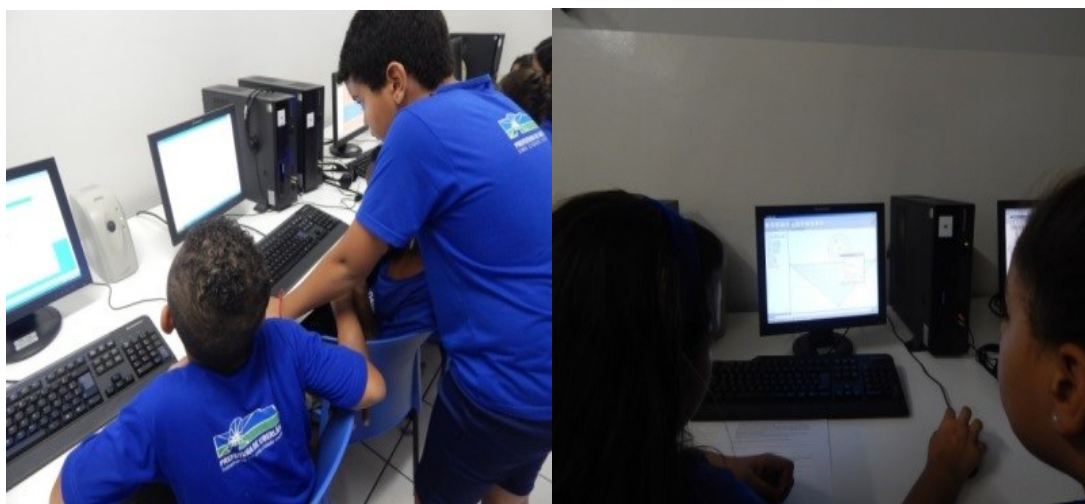


Figura 15 – Construção de figuras geométricas

Fonte: Acervo de fotos da autora

Quando os alunos apenas constroem as figuras geométricas sem a pretensão de classificá-las, ele está praticando um processo discutido por vários autores chamado de visualização. Separamos três embasamentos diferentes sobre a visualização.

De acordo com Van Hiele *apud* Gravina (2001, p. 68), “a visualização representa o primeiro nível, no qual, os alunos compreendem as figuras globalmente, isto é, as figuras são entendidas pela sua aparência”. De acordo com Alan Hoffer (1981, p.12), “a visualização é uma habilidade Visual de reconhecer figuras num desenho”.

E finalmente, a visualização para Duval (2012, p.269), é uma das formas de processo cognitivo, sendo responsável pela exploração heurística de uma situação. É baseada na produção de uma representação semiótica, pois mostra relações, ou melhor, a organização das relações entre unidades figurais de uma representação.

Em um segundo momento, os alunos ficaram livres para construir paisagens, desenhos, utilizando as figuras geométricas, uma vez que eles já estavam habituados com o *software*. Como resultado, apresentamos algumas das paisagens, intituladas pelos alunos na figura 16 a seguir.

Nesta aula, muitos trabalhos se perderam, pois os alunos não conseguiram fazer corretamente o processo de salvar a imagem no GeoGebra, mesmo tendo o passo a passo exposto no *Datashow*.

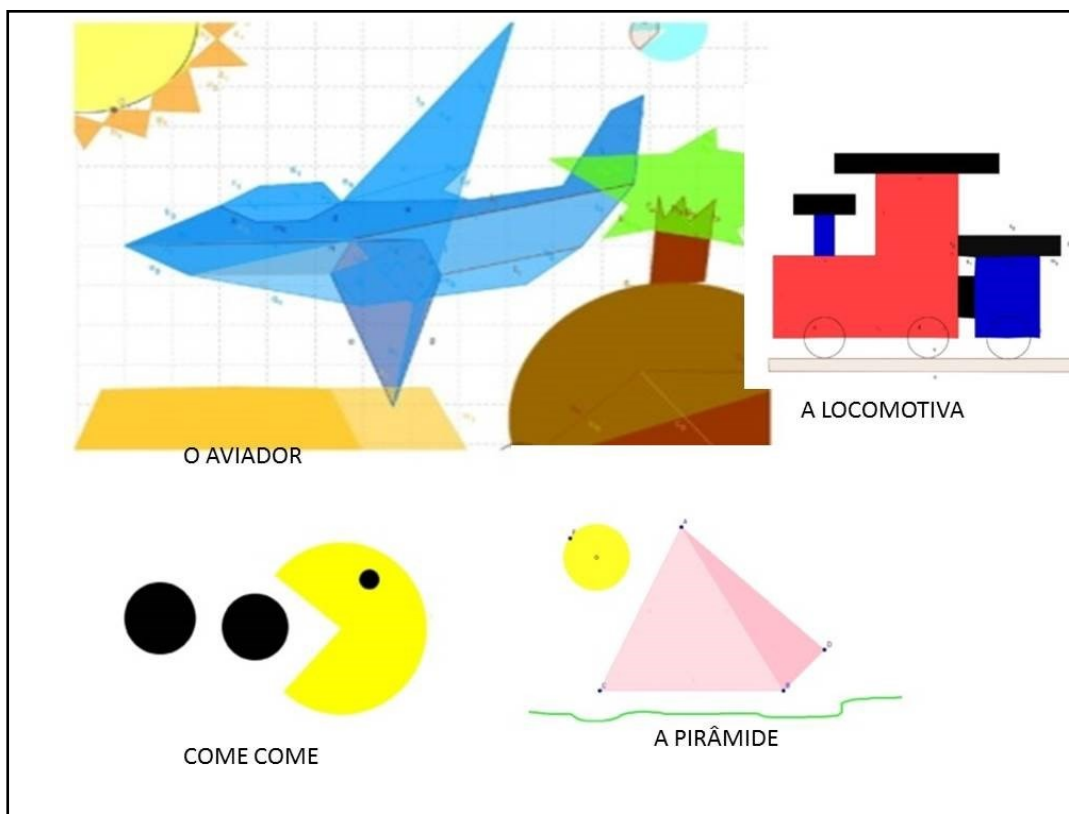


Figura 16- Amostra de desenhos criados com polígonos

Fonte: GeoGebra

No ano de 2015, essa mesma atividade foi refeita, porém, houve um aproveitamento em relação aos conteúdos de geometria. Com um maior discernimento sobre as potencialidades dos alunos de quinto ano, exigimos mais de uma mesma atividade.

Por exemplo, na figura construída abaixo, pedimos para que os alunos a dividissem em polígonos pelas cores, e fizessem uma pesquisa para descobrir o seu nome de acordo com o número de lados. Posteriormente, salvamos todas as paisagens criadas e discutimos sobre todas as figuras em sala de aula com o auxílio do *datashow*.

Esta aula foi videogravada e, posteriormente, no capítulo quatro é analisada com maior detalhamento.

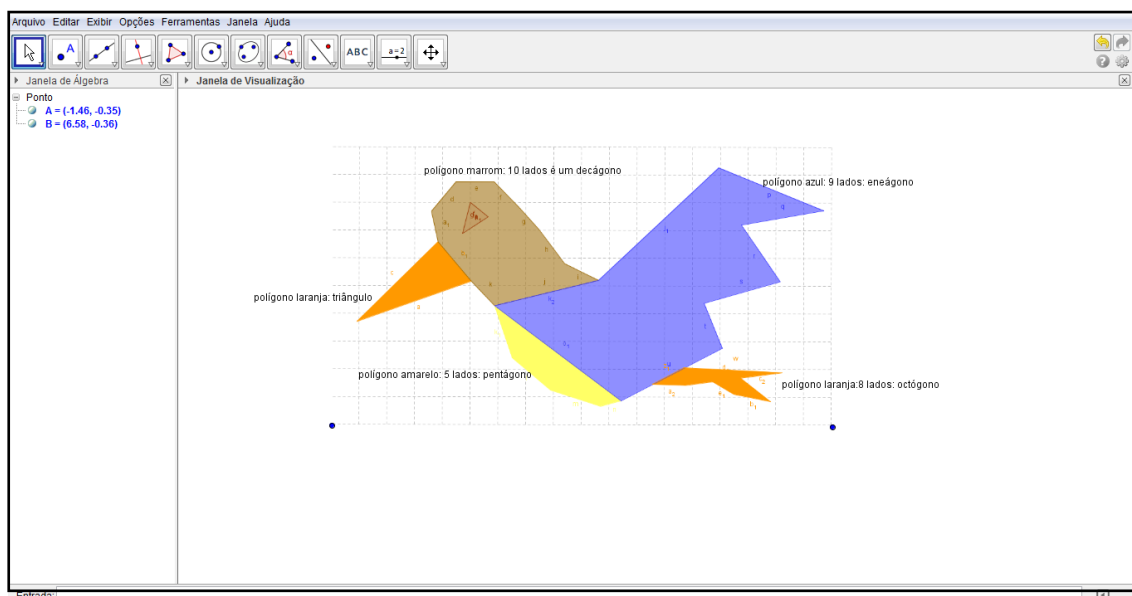


Figura 17- Desenho intitulado “O pássaro”

Fonte: Geogebra -Cristopher 5º Ano C

3.2.1.4 Ângulo construção e definição

Nesta atividade, construímos com o auxílio do *Datashow* um triângulo qualquer, e medimos no sentido horário os ângulos internos deste triângulo. Explicamos nesta mesma atividade, a diferença de ângulo interno com ângulo externo. Utilizamos material com os passos no GeoGebra³⁵.

3.2.1.4.1 Medindo ângulos na obra de Tarcila Amaral

Nesta atividade, disponibilizamos no *blog* Mãe duas obras³⁶ de Tarcila Amaral. Os alunos deveriam escolher uma obra e medir alguns ângulos que fossem visualizados por eles, destacando-os sobre a obra, como é mostrado nas figuras 18 e 19, a seguir:

³⁵ Anexo VIII- Construção de ângulos

³⁶ Obra “o Carnaval”: Disponível em:<<http://www.byfloor.com.br/blog/2012/02/15/modernidade-em-exposicao-no-rio/>> Acesso em: 15 out.2015.



Figura 22-Obra: O Carnaval

Figura 18– A obra O carnaval



Figura 19- A Obra O Touro com os destaques de alguns ângulos

Fonte: Disponível em: <<http://www.robertomarinho.com.br/vida/arte-e-cultura/obras-de-arte/tarsila-do-amaral.htm>> Acesso em: 15 out. 2015.

3.2.1.5 Reconhecendo polígonos pelo nome

Na atividade com polígonos, utilizamos novamente os dois quadros da Tarcila Amaral. Os alunos teriam que destacar na obra escolhida figuras geométricas como triângulo, quadrado, entre outros polígonos.

A atividade tinha como foco principal o diálogo entre professora e alunos. Não foi entregue nenhum material escrito aos alunos para o desenvolvimento do plano de aula. Consistia em perguntas feitas pela professora regente à turma para que fosse possível analisar o conhecimento da linguagem matemática envolvida no reconhecimento dos diferentes polígonos.

Em consonância com Hoffer (1981), as perguntas, destacando os nomes dos polígonos, possibilitaram o reconhecimento da habilidade verbal dos alunos, a qual permitia associar o nome correto de uma figura dada.

3.2.1.6 Fotografando Figuras Geométricas

A atividade tinha como tema central as Figuras Geométricas Planas: polígonos e circunferência. O objetivo principal era identificar/destacar nas paisagens/fotos as figuras Geométricas e nomeá-las utilizando o GeoGebra como ferramenta. A professora pesquisadora disponibilizou para esta atividade a sua máquina digital.

Para o desenvolvimento da atividade, os alunos foram divididos em 5 grupos. Cada grupo foi responsável por tirar 10 fotos do ambiente interno da escola, nas quais eles enxergassem uma ou mais figuras geométricas. A seguir, na figura 20, temos um grupo efetuando o registro e, logo após, o destaque do resultado desta foto seguido da manipulação da foto no GeoGebra.

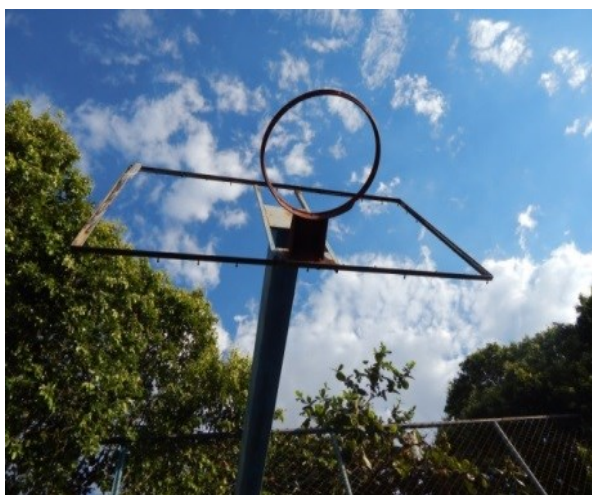


Figura 20- Registro do Grupo Hard Badass

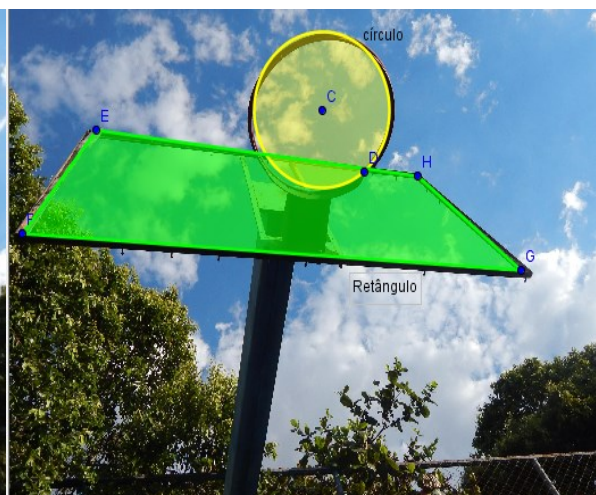
Fonte: Acervo de fotos da autora

Enquanto os alunos do grupo faziam o passeio no interior da escola para realizar o seu registro fotográfico, os demais alunos continuavam no laboratório de informática com as atividades envolvendo o conteúdo de geometria, uma vez que era permitido apenas um grupo por ronda, pois havia uma única máquina para o registro das fotos.

Segundo Nacarato e Santos (2014, p.33), o trabalho com a fotografia deve levar em conta o porquê de ter sido produzida e quem a produziu, ou seja, é necessário ter pistas suficientes para poder contextualizar as imagens. Neste sentido, o aluno conseguiria explicar o motivo de ter feito o registro de suas imagens destacando nelas as figuras geométricas que ele conseguia visualizar e também com os registros nos *blogs*.



Fonte: registro feito pelos alunos



Fonte: registro feito pelos alunos

A seguir, temos dois registros dos alunos sobre suas opiniões sobre a participação neste tipo de atividade fora do ambiente de sala de aula.



Figura 23- Registro do Grupo Powermonster Monster

Fonte: Retirado do Blog: <http://powerembv.blogspot.com.br/> Acesso em: 10 jun 2016.

Formas Geométricas em Fotos

Para começar quem tirou as fotos foi o nosso líder Igor, as fotos foram tiradas na [REDACTED], nós nos organizamos assim o líder foi tirando as fotos e os integrantes do grupo foram falando onde tinham formas geométricas. Mais uma vez eu digo: gostamos muito dessa aula. Nós encontramos muitas formas geométricas umas delas foram: o quadrado, o círculo, o retângulo e etc. Não tivemos dificuldades em tirar as fotos. Na hora de colocar as fotos no Software GeoGebra foi muito legal porque ele nos mostrou as formas nas imagens. Essa foi uma das melhores fotos até porque adoro tirar fotos. Nada pode ser melhorado porque está perfeito. (Relato retirado do *Blog* feito pelos alunos do 5º Ano)

É possível perceber erros de português dos estudantes. No entanto, foi respeitada a linguagem que os alunos utilizaram e a sua escrita. O relato de outro grupo é das Garotas Rosas, apresentado na figura 24, a seguir.

formas e figuras



Eu e minhas amigas fomos procurar umas figuras que tinham formas geométricas na nossa escola. elas foram escolhendo as figuras e eu fui fotografando todas as escolhidas. Nessas figuras que fotografamos nós encontramos muitas formas como triângulo, quadrado, retângulo e varias outras. Eu gostei muito desse trabalho porque com ele nos podemos conhecer mais figuras e existem no nosso mundo. Nesse trabalho eu aprendi que nos somos cercados de figuras e formas que todas essa figuras aparecem no nosso dia-a-dia. Nesse trabalho não tive dificuldade nenhuma de encontrar essas figuras porque todos sabem que nos somos cercados de figuras e varias formas. Eu achei essa aula muito divertida e interessante porque eu achei muitas figuras e achei todas muito interessantes e todas elas continham formas geométricas espaciais. Nesse trabalho eu achei que podia melhorar que nos poderíamos ter mais tempo e poder tirar mais fotos. Eu gostei muito desse e achei muito interessante.

Essas imagens foi as que nosso grupo achou mais

interessante e legais!

Figura 24- Formas e Figuras- postagem do grupo Garotas Rosas

Fonte: Blog

“Formas e figuras

Eu e minhas amigas fomos procurar umas figuras que tinham formas geométricas na nossa escola. Elas foram escolhendo as figuras e eu fui fotografando todas as escolhidas. Nessas figuras que fotografamos nós encontramos muitas formas como triângulo, quadrado, retângulo e várias outras. Eu gostei muito desse trabalho porque com ele nos podemos conhecer mais figuras e existem no nosso mundo. Nesse trabalho eu aprendi que nós somos cercados de figuras e formas que todas essa figuras aparecem no nosso dia-a-dia. Nesse trabalho não tive dificuldade nenhuma de encontrar essas figuras porque todos sabem que nos somos cercados de figuras e várias formas. Eu achei essa aula muito divertida e interessante porque eu achei muitas figuras e achei todas muito interessantes e todas elas continham formas geométricas espaciais. Nesse trabalho eu achei que podia melhorar que nos poderíamos ter mais tempo e poder tirar mais fotos. Eu gostei muito desse e achei muito interessante. Essas imagens foi as que nosso grupo achou mais interessantes e legais!” (RELATO DO GRUPO GAROTAS ROSAS³⁷)

O registro do grupo Garotas Rosas possibilitou-nos refletir sobre o entendimento do grupo a respeito “nesse trabalho, eu aprendi que somos cercados de figuras e formas.”

³⁷ Retirado do Blog: <http://rosasembv.blogspot.com.br/>

Esta atividade foi mais específica quanto ao uso de ferramentas do *software* de Geometria Dinâmica e do conhecimento geométrico. Foi solicitado aos alunos que marcassem em 3 (três) fotos o mesmo polígono, ou seja, deveriam marcar a ferramenta polígono. Poderia ser encontrada a mesma figura repetidas vezes na mesma foto; esta era uma das condições para a resolução da atividade.

De acordo com Van Hiele *apud* Gravina (2001, p. 49), este tipo de atividade exige uma habilidade lógica, a qual consiste em perceber que há diferenças e semelhanças entre figuras. E principalmente, compreender a conservação da forma de uma figura em várias posições.

Foi solicitado que utilizassem essa ferramenta, pois assim a figura não ficaria desconfigurada. A intenção dessa aula era que os alunos medissem os ângulos de todas as figuras, porém, não foi possível, pois o *software* não atendeu a esse plano de aula. Então ele foi modificado solicitando o trabalho apenas com triângulos.

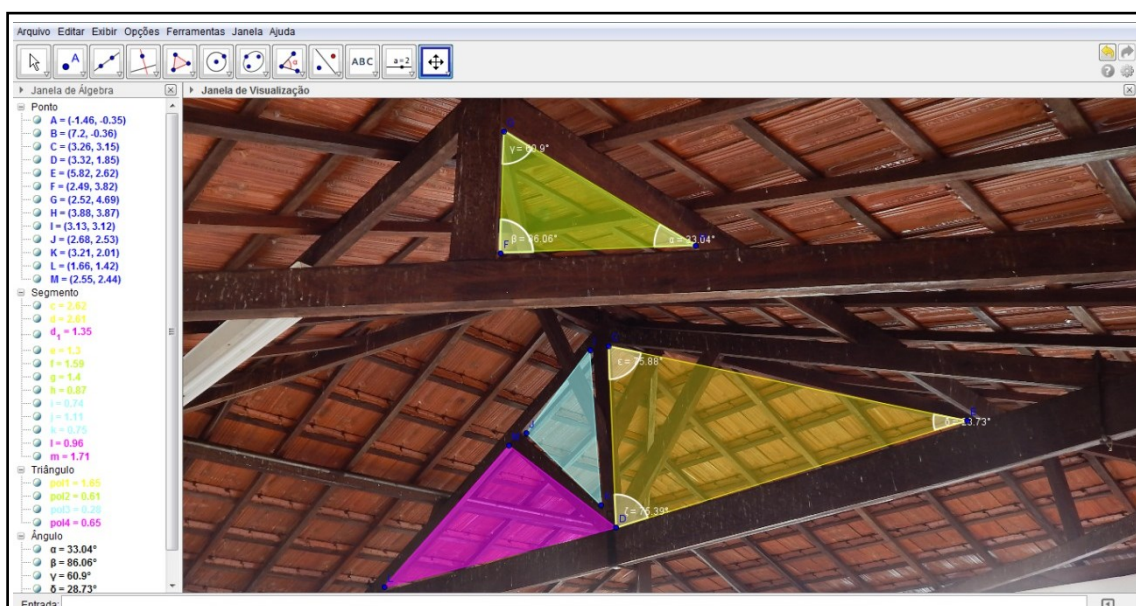


Figura 25-Trabalho de alunos

Fonte: alunos Cleber e Melissa no GeoGebra.

No ano de 2015, esta mesma atividade foi refeita, porém, as fotos foram postadas no *blog* criado pelos grupos para registrar as atividades desenvolvidas no laboratório de informática. Como eram muitas fotos, os alunos criaram um mosaico com elas para facilitar a manipulação e análise das mesmas.

Cada grupo deveria baixar e inserir o mosaico no GeoGebra, destacar em cada foto, a figura geométrica em foco e nomeá-la. Esse destaque deveria ser feito utilizando uma ferramenta polígonos e modificando a cor da área interna da figura para posteriormente, nomeá-la.



Figura 26- Desenho do Mosaico

Fonte: Grupo Rebeldes

Esse trabalho exigiu dos alunos uma habilidade de aplicação: identificar formas geométricas nos objetos do ambiente. Por último, seria uma discussão em sala de aula sobre todas as figuras postadas e sobre os diferentes quadriláteros: quadrado, retângulo, losango (obs. Os alunos não estudaram ainda as figuras: trapézio e paralelogramo, por este motivo os mesmos não foram mencionados).

3.2.1.7 Quadrados, retângulos e losango

Em decorrência da discussão em sala de aula, modificamos o planejamento das aulas no laboratório, para inserirmos uma aula a mais, a qual seria sobre as diferenças entre retângulo, quadrado e losango. A forma mais simplificada que conseguimos desenvolver com a turma para demonstrar as diferenças entre as figuras geométricas foi desenhar com o auxílio da ferramenta polígono e, posteriormente, medir os lados das figuras e dos ângulos internos. Algo semelhante foi desenvolvido na atividade 2 anteriormente. No entanto, naquela ocasião não tínhamos estudado como medir ângulos com a turma.

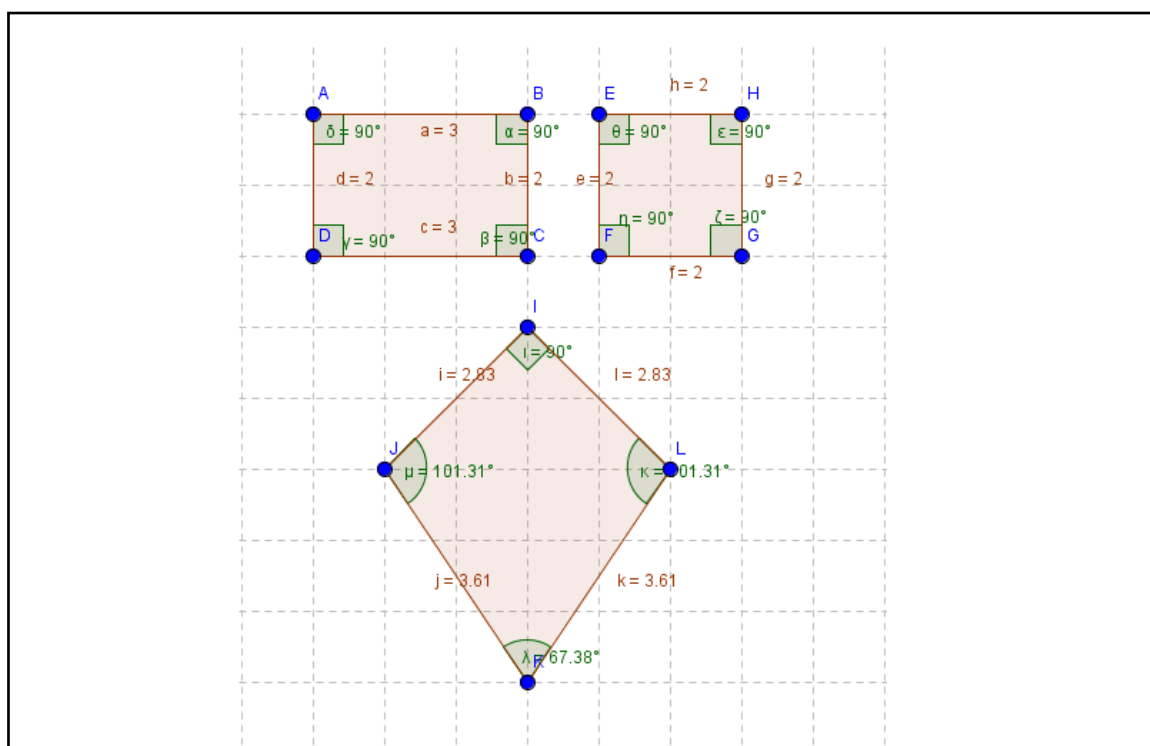


Figura 27- Retângulos, quadrados e losangos

Fonte: 5º ano C

A dificuldade apresentada nesta atividade foi que, mesmo utilizando a malha quadriculada, muitos alunos não conseguiram desenhar os ângulos de 90° corretamente, dificultando a proposta de trabalho, pois a construção correta, por meio das propriedades das figuras, seria uma sugestão muito avançada para uma turma de quinto ano.

3.2.1.8 Fractais no quinto ano do ensino fundamental é possível?

Essa aula teve início após algumas perguntas de um aluno sobre Fractais, pois a turma estava estudando Fractais na aula de Artes. Inicialmente investigamos com a turma como foi apresentado o tema fractais naquela disciplina. Averiguamos com a professora de Artes se poderíamos desenvolver em conjunto o tema. Ela nos orientou como estava desenvolvendo com os alunos e quais vídeos assistiram. O primeiro deles foi Assinatura de Deus (Sequência de Fibonacci) ⁰ segundo vídeo foi Geometria Fractal - Arte e

Matemática em Formas Naturais³⁸. Desta maneira, novamente, abrimos mais uma exceção e modificamos nosso planejamento de aulas.

Essa necessidade de abrir exceções vai de acordo com a nossa proposta de pesquisa-ação, ou seja, o trabalho coletivo envolvendo professores e alunos.

o planejamento não pode ser privilégio de um grupo, mas sim resultado de uma ação coletiva dos indivíduos que farão parte da ação. Ele deve acontecer de forma democrática onde todos tenham participação nas decisões e responsabilidades, interagindo constantemente durante todo o processo de ensino aprendizagem. (ALVES E ARAÚJO, 2009, p.391)

Pesquisamos como trabalhar a Geometria dos Fractais. Encontramos trabalhos específicos³⁹ sobre este tema, no entanto, todos envolvendo uma matemática elaborada para um quinto ano. Nossa alternativa foi dar o enfoque à repetição das formas e atender ao pedido da turma de construir o triângulo de Sierpinski.

Foi explicado paralelamente, como se cria um triângulo de Sierpinski⁴⁰ e como se cria uma ferramenta de repetição⁴¹.

O aluno, que nos trouxe as indagações sobre Fractais, conseguiu criar a ferramenta de repetição e utilizá-la com facilidade, fez pesquisa na internet e assistiu a vídeos explicativos de como construir uma ferramenta de repetição no GeoGebra.

Abaixo, temos o resultado do lindo trabalho desenvolvido no GeoGebra.

³⁸ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=YDhtL566M3U> Acesso em: 12 nov. 2015.

⁴⁰ Anexo IX. Passos no GeoGebra para se construir um triângulo de Sierpinski.

⁴¹ Anexo X. Como criar uma ferramenta de repetição no GeoGebra.

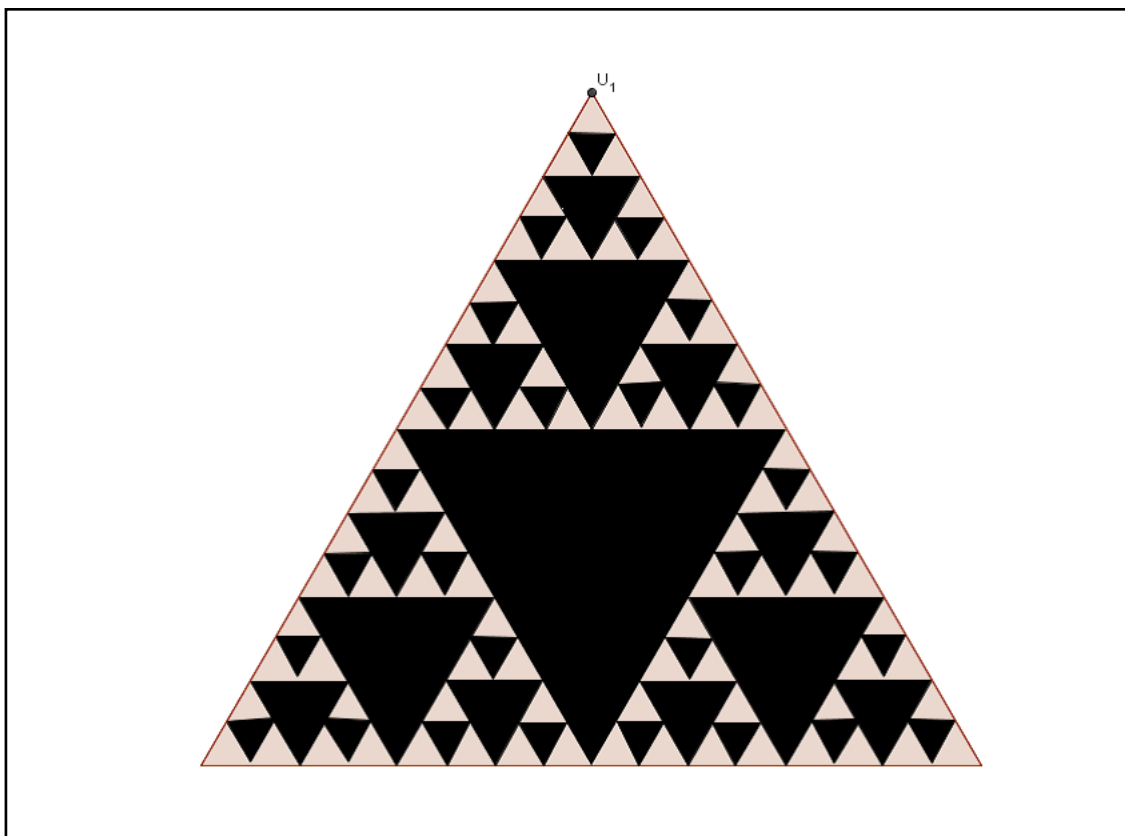


Figura 28- Triângulo de Sierpinski feito com o auxílio do GeoGebra

Fonte: Aluno do 5º ano C.

3.2.1.9 Figuras espaciais no GeoGebra 3D

Nesta aula, usamos a experimentação e deixamos os alunos pesquisarem as ferramentas do GeoGebra 3D. Apenas pedimos que pesquisassem como desafio a construção de um cubo, um cilindro, uma esfera, uma pirâmide, um cone e um paralelepípedo.

Foi mais rápido que pensávamos, todos conseguiram alcançar a meta. E construíram as figuras com facilidade.

Após a criação das figuras espaciais, solicitamos que eles tentassem planificar a figura que fizeram. Por exemplo, a figura 29 abaixo mostra o trabalho de uma dupla de alunos com a construção de um cubo e sua planificação:

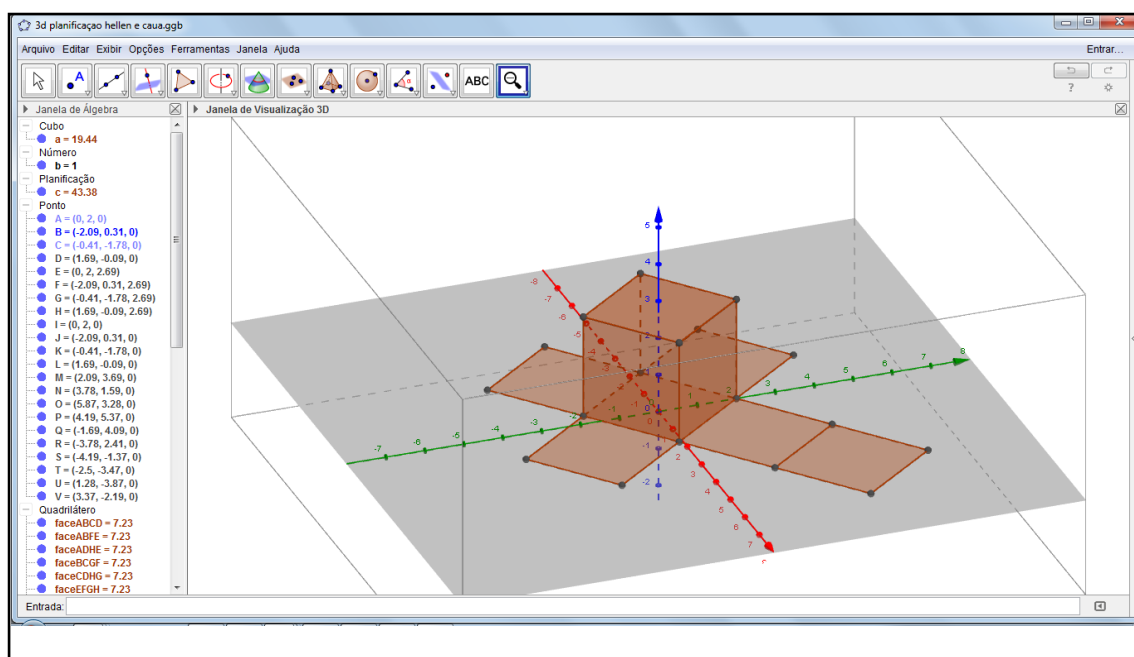


Figura 29- Planificação do Cubo feito no GeoGebra

Fonte: Dupla de alunos

O processo de visualização, neste caso, tem um complicador, pois o aluno deve imaginar a figura no tridimensional, planificada e fazer uma relação entre as duas imagens. De acordo com Bishop (1983) *apud* Nacarato (2003, p. 100), a habilidade de processamento visual “envolve a visualização e a tradução de relações abstratas e informação não figurativa para termos visuais. Inclui também a manipulação de representações e imagens visuais”.

Devido a essa dificuldade de processamento visual, o trabalho com maquetes veio como um facilitador. Construímos as salas de aula uma a uma e juntamos para formar o pavilhão de salas. O intuito, neste caso, era a possibilidade de que os alunos teriam em manipular os cubos. No entanto, infelizmente, esse trabalho não foi avaliado como planejado. Faltou horário em termos de horas/aula para desenvolvermos junto com os alunos a maquete como queríamos.

A intenção era tirar fotos das salas de aula e fazer uma reprodução do real, por meio de escalas. O trabalho com maquetes estava no planejamento da professora regente, porém, em uma escala menor. A ideia de fazer uma maquete maior seria para aproveitar a relação com os objetos tridimensionais e a planificação posterior e nesse meio tempo utilizá-la na robótica.

Ficou a frustração de um trabalho não realizado. No entanto, a maquete foi construída, mas não nos moldes que queríamos, mas dentro das possibilidades dos alunos

de uma turma de quinto ano. Exigir um resultado diferente do obtido com o tempo disponível para efetivar o trabalho seria exigir muito dessa turma extremamente participativa.

Libâneo (1994) *apud* Alves e Araújo (2009) discute sobre essa adaptação à realidade:

[...] não adianta fazer previsões fora das possibilidades dos alunos. Por outro lado é somente tendo conhecimento das limitações da realidade que podemos tomar decisões para superação das condições existentes. Quando falamos em realidade devemos entender que a nossa ação, e a nossa vontade, são também componentes dela. Muitos professores ficam lastimando dificuldades e acabam por se esquecer de que as limitações e os condicionantes do trabalho docente podem ser superados pela ação humana. (ALVES E ARAÚJO, 2009, p. 391)

Com o desejo de superar as dificuldades, continuamos e realizamos o trabalho com a robótica. Faltou a manipulação dos sólidos como desejávamos e sua planificação com materiais reais e não apenas na tela do computador. Os alunos construíram a maquete dos blocos de salas de forma contínua formando o pavilhão. Desejávamos as salas separadas e agrupadas formando o pavilhão, de forma que fossem constituídas de cubos menores que colocados lado a lado formassem o pavilhão.



Figura 30- Construção da maquete das salas de aula.

Fonte: Acervo de fotos da autora

Com relação à robótica, os alunos viram na prática a utilização dos ângulos na programação para fazer o *Robô* virar ou dar meia volta. Construíram o desenho da maquete no GeoGebra efetuando o cálculo de áreas e perímetros para resolverem duas situações-problemas sugeridas.

3.2.1.10 Trabalhando com a robótica

A intenção dos pesquisadores ao introduzirem a robótica era a possibilidade de trabalhar de forma lúdica, diferente, com os sólidos geométricos e, posteriormente, resolver com a turma de quinto ano situações problemas, além de poderem fazer as ilustrações e cálculos utilizando o GeoGebra. As ilustrações seriam das salas de aula, suas planificações, dos blocos de salas, das áreas e perímetros necessários para a resolução das situações problemas.

O desenvolvimento da aula da construção do carrinho Robô foi realizado por dois graduandos do curso de licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Uberlândia-UFU. A aula com os alunos teve duração de 6h/a e foi dividida em dois momentos. No primeiro momento, eles apresentaram as peças do *Kit* Lego e a turma foi dividida em dois grupos como mostra a figura 31, a seguir:



Figura 31- Grupos de Robótica

Fonte: Acervo de fotos da autora

Nesta aula, os alunos com o auxílio dos graduandos da UFU construíram dois carrinhos, como apresentado na figura 32, na sequência:



Figura 32- Resultado da primeira aula: os dois “Carros Robôs”

Fonte: Acervo de fotos da autora

No segundo momento, os alunos tiveram contato com a parte de programação do Lego com o intuito de fazer o carrinho andar através dos comandos. Nesta atividade, a opção foi conectar o cabo USB ao computador e utilizar os blocos de comandos. O

comando mais utilizado pelos alunos foi o de movimento, tanto com relação à direção, rotações, força do motor, movimentos nos eixos, curvas e tempo de rotação.

Como o tempo era limitado, professores/graduandos resolveram com os alunos por tentativa e erro o preenchimento das portas de entrada dos comandos de movimento, assim todos os alunos tiveram a oportunidade de fazer uma sugestão.

Por exemplo: ao aluno arrastar o ícone *Move* para a área de trabalho, ele tinha a opção de preenchimento de pelo menos seis campos. Como mostra a figura 33, abaixo:

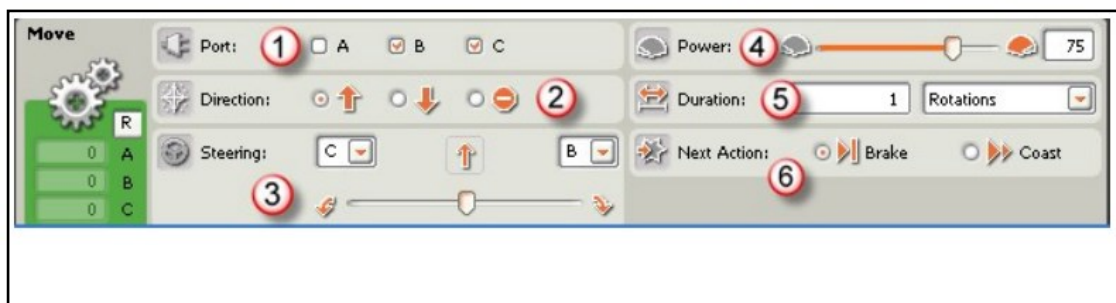


Figura 33- Comando *Move*

Fonte: Guia de introdução à Robótica¹

Nestes campos resumidamente, temos:

- 1) *Port*: configura qual porta será controlada, podendo ser uma, duas ou as três simultaneamente.
- 2) *Direction*: controla o sentido de rotação do motor (para frente, para trás ou parado).
- 3) *Steering*: habilitado apenas quando os dois motores estiverem selecionados, o que permite o robô fazer curvas, e indica qual a direção que ele deverá virar, ou se a curva será mais “aberta” ou “fechada”.
- 4) *Power*: nível de potência dos motores.
- 5) *Duration*: a duração do movimento do motor pode ser fornecida em:
 - Rotações: equivale a uma volta completa do eixo;
 - Graus: uma volta equivale a 360° e assim sucessivamente.
 - Segundos: independente do número de voltas do motor, a porta é ativada pelo tempo determinado;
 - Ilimitado: irá se mover indefinitivamente ou até que a programação execute o próximo ícone da sequência.
- 6) *Next Action*: define a próxima ação dos motores, pode ser:
 - Brake: fará com que o robô para ao realizar a quantidade de movimento determinado;
 - Coast: somente desligará o motor, permitindo que este continue o movimento por inércia, permitindo uma parada mais suave.(GUIA DE INTRODUÇÃO À ROBÓTICA, 2010, p.56).

Em nossa atividade, rapidamente os alunos entenderam os comandos e conseguiram fazer com que o Robô executasse a sua tarefa.



Figura 34- Alteração dos dados

Fonte: Aluno do 5º C

A tarefa consistia em fazer a coleta seletiva do lixo nas salas de aula. Nessa situação, construímos com os alunos uma maquete dos blocos de salas de aula, na qual o robô deveria percorrer os dois lados dos blocos de aula e posteriormente, estacionar em um lugar determinado, como mostra detalhadamente na figura 35, na sequência.

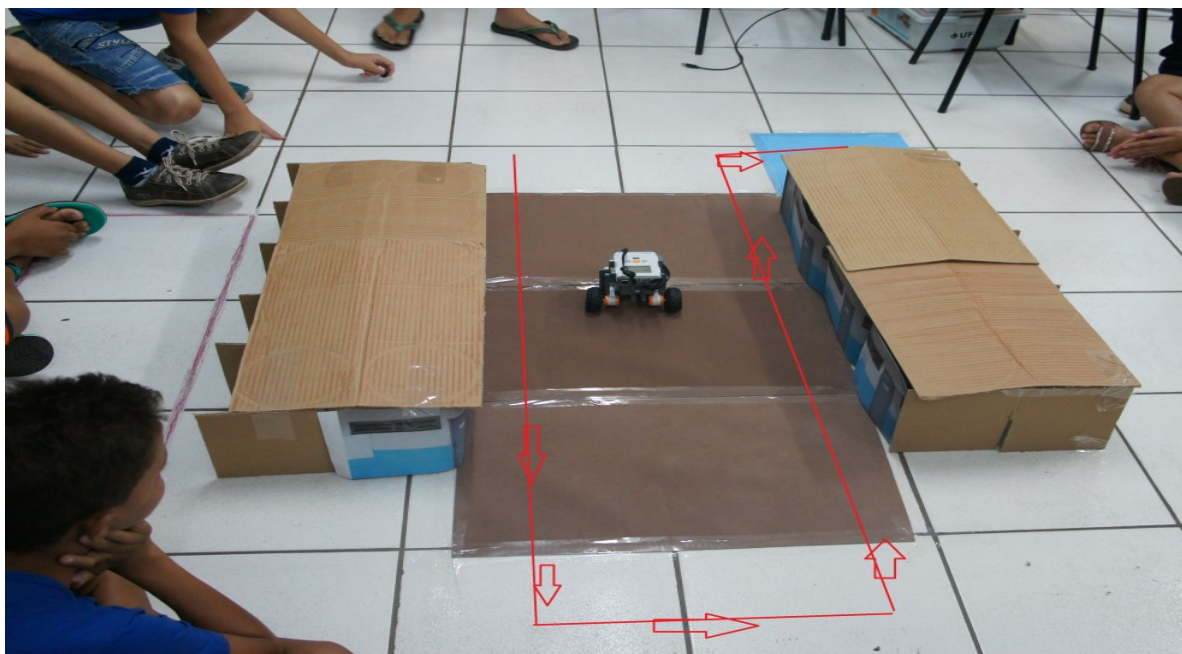


Figura 35- Percurso do Robô na maquete para a coleta seletiva do lixo.

Fonte: Acervo de fotos da autora

Após a parte prática da atividade, destacamos o conteúdo a ser desenvolvido no GeoGebra. Consistia em três atividades⁴²: a primeira tinha como conteúdo o cálculo de perímetros, a segunda, o cálculo de comprimento de circunferência e a terceira áreas e planificação de sólidos no GeoGebra 3D.

Todas essas atividades estavam relacionadas com o movimento do robô. O desafio encontrado pelos professores pesquisadores era estabelecer a relação entre a robótica, o GeoGebra e a geometria do quinto ano do ensino fundamental.

Outra preocupação dos pesquisadores era que as tarefas propostas fossem desafiadoras também para os alunos. Neste intuito, propusemos três atividades no formato de situações problemas.

O primeiro problema era relacionado com o menor percurso possível para o robô percorrer na coleta seletiva do lixo das salas. Foi proposto que os alunos fizessem ilustrações dos caminhos com as medidas retiradas da maquete e justificassem matematicamente suas respostas e, por último, fizessem o desenho no Geogebra com os cálculos.

Ao propormos a representação da situação problema, no formato de ilustração, propiciamos ao aluno apresentar a sua noção espacial e, principalmente, oportunizando que ele expresse o seu pensamento geométrico. Sobre este assunto, SANTOS e NACARATO (2014, p. 72) discutem a necessidade de o professor saber oportunizar aos alunos que façam o uso dos desenhos, possibilitando assim situações que eles coloquem em jogo as suas representações acerca de noções espaciais. Pais *apud* SANTOS e NACARATO (2014) alerta para a necessidade de o educador relacionar o uso dos desenhos com os conceitos matemáticos ou geométricos.

Sobre a atividade, apresentamos algumas possibilidades, como dar uma volta completa no pátio das salas, ou dar uma volta completa em torno das salas. A princípio, os alunos não estabeleceram relação com o cálculo de perímetro. Foi necessária a intervenção da professora regente. Essa intervenção foi positiva, pois, posteriormente, os alunos conseguiram fazer o desenho e os cálculos utilizando a ferramenta encontrada no GeoGebra.

A seguir, apresentamos duas versões diferentes sobre a mesma imagem, destacadas na figura 36 e, logo abaixo, uma representação gráfica feita no GeoGebra.

⁴² Anexo XI: Atividades (Robótica e GeoGebra)

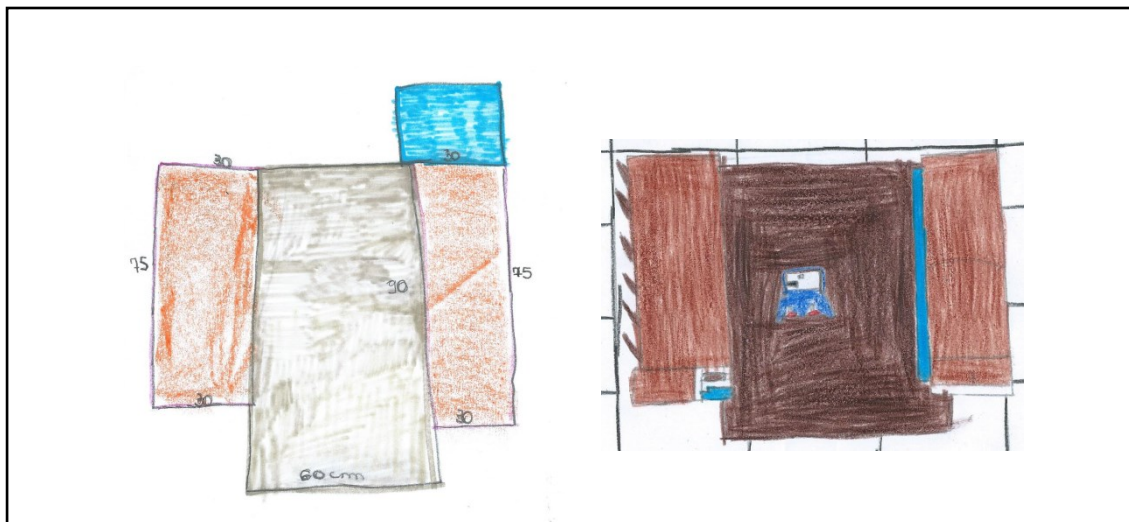


Figura 36- Ilustração da Maquete

Fonte: alunos Daniel e Bruno do 5°C

É visível a diferença entre os pontos a serem destacados pelos dois alunos. O primeiro destacou as medidas da maquete, num plano bidimensional. O segundo aluno prendeu-se a maquete enquanto estrutura 3D, com os telhados, paredes, lembrando-se inclusive de fazer um desenho do robzinho. No entanto, o segundo aluno esqueceu-se do principal desta atividade, que era fazer as anotações das medidas da maquete. Abaixo temos a representação da maquete feita no GeoGebra.

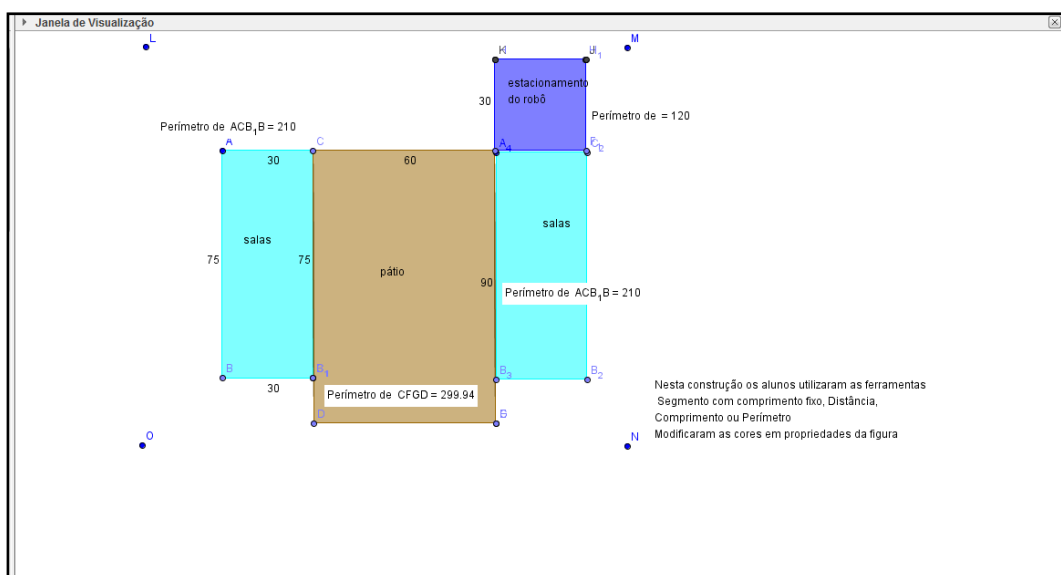


Figura 37- Representação do desenho feito no GeoGebra

Fonte: Bruno do 5°C.

Os alunos apresentaram muita dificuldade de fazer o desenho com medidas pré-estabelecidas. Em todas as atividades anteriores, não tínhamos a preocupação com medidas dos lados dos polígonos.

A segunda atividade tinha como objetivo calcular quantas “rotações”, termo utilizado na aula de robótica, a roda deveria dar para efetuar todo o percurso escolhido pelos alunos. Nesta atividade, esbarramos no conceito de comprimento de circunferência. Os alunos de quinto ano estudam circunferência, mas comprimento de circunferência não. Discutimos com a professora regente da turma e orientados por ela direcionamos os alunos a fazerem o cálculo como sendo necessário apenas uma multiplicação para totalizar o comprimento da circunferência formada pela roda do carrinho, a qual seria o diâmetro $\times 3,6$. Não construímos com eles o conceito de π . Mas deixamos que discutissem entre si para descobrirem que era necessário dividir a distância pelo comprimento da circunferência para descobrirem quantas rotações aconteceriam.

Teoricamente, os alunos deveriam fazer o desenho da circunferência e os cálculos no GeoGebra, mas deixamos apenas o registro dos cálculos dos alunos na folha de papel, pois eles demoraram muito nessa atividade, mesmo utilizando a calculadora disponível no computador. Essa situação prática envolvia multiplicação e divisão de decimais. Mesmo sendo números com apenas uma casa decimal e os alunos cientes sobre o que representavam esses números, eles demonstravam receio ao apresentarem as respostas encontradas.

A última atividade foi a utilização do GeoGebra 3D. Consistia na representação dos blocos de sala de aula. Os alunos tinham a tarefa de representar as salas de aula da maquete, com os comprimentos medidos pelos alunos, no GeoGebra 3D e posteriormente, fazer a planificação do desenho construído.

O GeoGebra 3D oferece duas janelas de visualização, sendo uma 2D e outra 3D. A dificuldade da atividade foi construir o prisma com as medidas estipuladas na maquete. Com o objetivo de facilitar para os alunos, resolvemos fazer o retângulo com as medidas e, posteriormente, construir o prisma sobre esse retângulo. Os blocos de salas tinham as medidas de 30 cm \times 75 cm \times 25 cm.

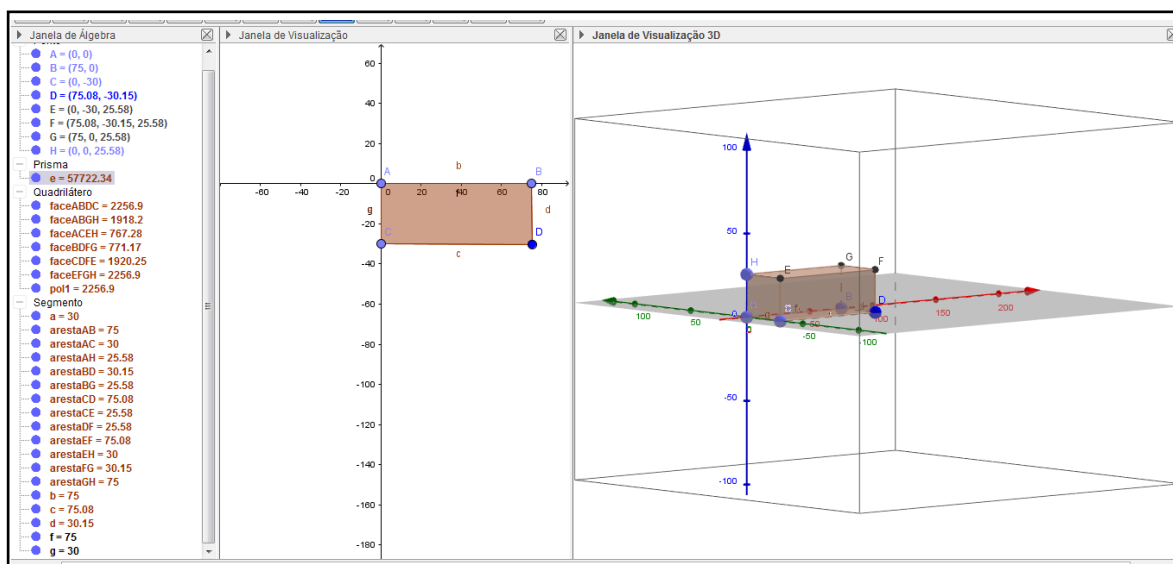


Figura 38- Construção dos blocos de salas da maquete - Construção de aluno

Fonte: Bruno 5°C

Existe um recurso que faz a planificação no GeoGebra, automaticamente, criando um controle deslizante h que varia de 0 a 1, onde em $h=0$ o desenho está totalmente fechado e em $h=1$ totalmente planificado. Os próprios alunos descobriram como funcionava o controle deslizante e ficavam manipulando para visualizar o prisma, fechando e abrindo, como mostra a planificação feita na atividade do aluno Bruno abaixo na figura 39.

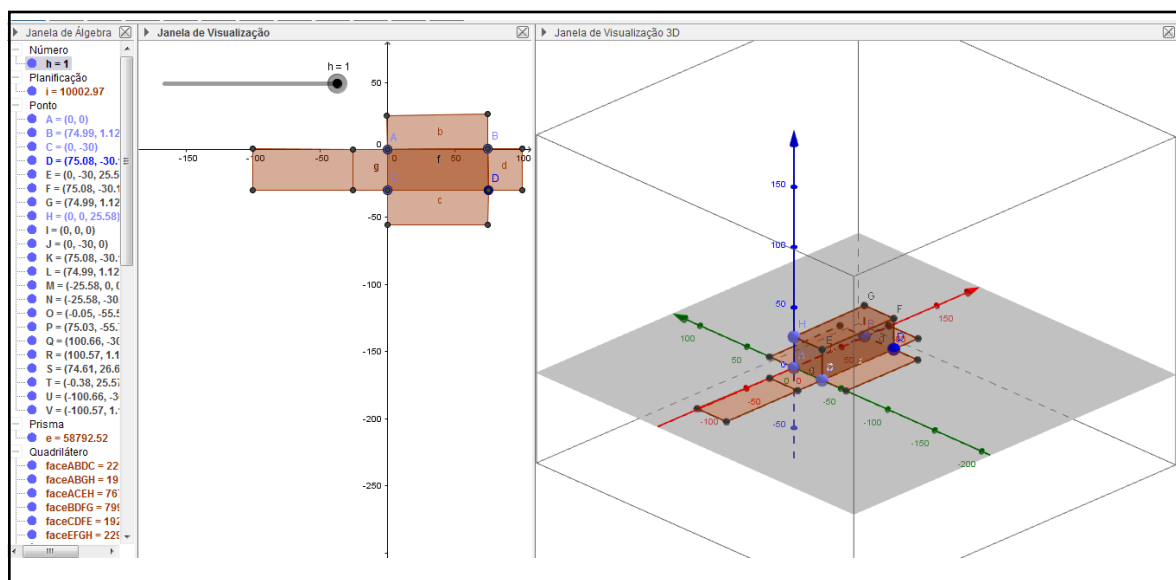


Figura 39- Planificação feita a partir da atividade do aluno

Fonte: Bruno, 5°C

Nesta mesma atividade, perguntamos quais figuras geométricas faziam parte da planificação do bloco de salas.

A última atividade estava relacionada com áreas. A situação problema foi dada como desafio. Perguntamos quantos robózinhos caberiam no pátio da maquete, se apenas um robô ocupava uma área de estacionamento 30cm x 30cm, ou seja de 900 cm²?

A maquete tinha um pátio na escala de 60 cm x 90 cm. Logo, a área total era de 5400 cm² cabendo um total de 6 robózinhos. Novamente, houve intervenção da professora regente. Ela explicou que bastavam calcular quantos estacionamentos caberiam no pátio. Essa parte da atividade foi rápida, pois o GeoGebra oferece uma ferramenta que possibilita o cálculo da área de um polígono qualquer. Então, sugerimos que os alunos fizessem as duas áreas no GeoGebra e, posteriormente, o cálculo da divisão das áreas na calculadora.

CAPÍTULO 4

ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo, apresentamos as análises dos dados, recorrendo a gráficos e tabela com a porcentagem dos dados, a pesquisa de outros estudiosos, além de analisarmos também os episódios, que consistem nos momentos (aulas) sobre o assunto.

A pesquisa foi realizada com duas turmas de quinto ano do ensino fundamental I, uma no segundo semestre de 2014 e, a outra, no ano de 2015. O foco era compreender qual a viabilidade do trabalho com o *software* de Geometria Dinâmica no processo de ensinar e aprender geometria em uma escola pública de periferia.

Houve uma parceria ente a professora regente das turmas pesquisadas e a professora laboratorista, que exercia também o papel de pesquisadora. As aulas vídeo gravadas e transcritas, as notas de campo da pesquisadora, os comentários e postagens dos *blogs* feitos pelos alunos das turmas, questionários e entrevistas aos alunos e professoras compuseram os dados.

Ao iniciarmos esta pesquisa, os alunos responderam a um questionário que contemplava questões relacionando seus conhecimentos prévios sobre informática, *softwares* matemáticos e matemática. Este questionário nos possibilitou uma visão mais ampla dos sujeitos de nossa pesquisa.

Quando indagados sobre quais aplicativos ou programas de computador relacionados à matemática, eles conheciam: 35% responderam Tabuadas, 9% GeoGebra, 2% *Show* do Milhão e 54% nenhum aplicativo. Sabemos que o GeoGebra foi introduzido nesta instituição de ensino no quarto ano do fundamental como aula teste, por isso alguns alunos recordaram de terem utilizado em alguma ocasião anterior o *Software*. A respeito das Tabuadas, anualmente oferecemos um concurso interno sobre a Tabuada Divertida, a partir do terceiro ano do ensino fundamental I. Porém, quando os alunos foram indagados sobre a relação desses *softwares* com o aprendizado em Matemática, 35% responderam que “Sim”, que estes *softwares* poderiam ajudá-los e 50% responderam que “Não”. 15% não responderam.

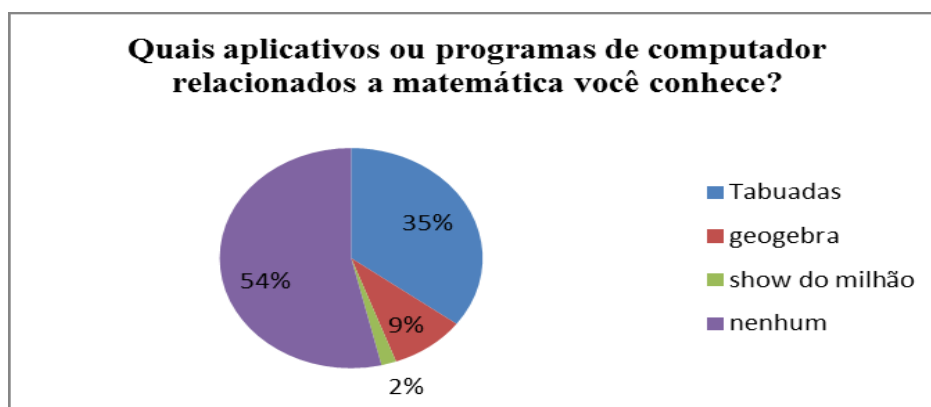


Gráfico 2: Informática e Matemática
Fonte: elaborado pela autora

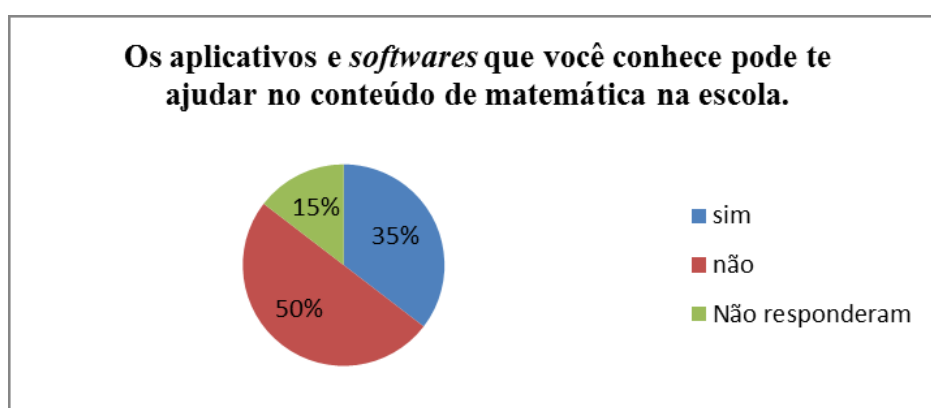


Gráfico 3: A importância das tecnologias para o ensino da Matemática
Fonte: elaborado pela autora

Esta análise, proporcionada pelo questionário inicial, nos mostra que a maioria dos alunos não faz uma relação do uso das tecnologias com a aprendizagem em matemática.

Na intenção de fazer uma análise mais pontual das atividades desenvolvidas no laboratório de informática, montamos um quadro com todas as questões resolvidas pelos alunos dos quintos anos, relacionando as questões com a visualização, os tipos de representações possíveis, sendo elas: gráfica, língua natural, escrita algébrica e figura. Além de fazer relações com os tipos de apreensões (sequencial, perceptiva, discursiva e operatória). (DUVAL, 2003, p. 125-127).

| Quadro de Análise das Atividades Desenvolvidas com o GeoGebra na Turma de 5º Ano | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------|----------------|-------------------|--------|------------|--------------------|------------|-------------|------------|-------|------------|
| Atividades | Tipos de representações | | | | | Tipos de Apeensões | | | | | |
| | Gráfica | Língua Natural | Escrita algébrica | Figura | Sequencial | perceptiva | discursiva | Meraológica | operatória | ótica | Posicional |
| Visualização | | | | | | | | | | | |
| 1. Ponto e Retas | X | X | X | | X | | | | | | X |
| 2. Conceitos e Nomeclaturas | X | X | | | X | | | | X | | X |
| 3. Desenhando | | X | | X | X | | | X | X | | X |
| 4. Construção de Ângulo | X | X | X | X | X | | | X | X | | X |
| 5. Medindo Angulos na Obra | X | X | X | X | X | | | X | X | | X |
| 6.Reconhecendo os Polígonos | X | X | | X | X | X | X | X | X | | X |
| 7.Fotografia das Figuras | X | X | | X | X | X | X | X | X | | X |
| 8.Quadr./Retâng./losang. | | X | | X | X | X | | | X | | X |
| 9. Fractais | | X | X | X | X | X | X | X | X | | X |
| 10.Figuras Espaciais | X | X | | X | X | X | X | | X | | X |
| 11. Planificação | | X | | X | X | X | | X | X | | X |
| 12. Robótica- Maquete | X | X | | X | X | X | X | X | X | | X |
| 13. Robótica- At1- Perímetro | | X | X | X | X | X | X | | X | | X |
| 14. Robótica- At2- Circunf. | | X | X | X | X | X | X | X | X | | X |
| 15. Robótica- At3- Maq. 3D | X | X | X | X | X | X | X | | X | | X |

Tabela 1- Relação das atividades desenvolvidas com os alunos do quinto ano e as apreensões e representações entrelaçadas no processo cognitivo necessário no aprender matemático.

A partir dos dados retirados da tabela 1, podemos concluir que, em 100% das atividades realizadas no laboratório de informática, a visualização promovida pelo *software* de geometria dinâmica auxiliou o desenvolvimento das mesmas. De forma semelhante, em relação à apreensão sequencial, em 100% das atividades, os alunos seguiram roteiros, ou passos de construção das figuras no *software* de geometria dinâmica.

Esta tabela nos fornece outros dados, com relação à língua natural e à formal utilizada no *software*. Em 100% das atividades, houve essa interação, uma vez que os alunos eram orientados ou via *blog* mãe, com os desafios a serem realizados como tarefas do dia, de forma escrita, ou via oral com a orientação da professora laboratorista.

A apreensão operatória foi desenvolvida nas atividades a partir do momento em que os alunos observam e manipulam as figuras de partida e as reorganizam, tomando consciência da distinção das formas de apreensão de cada figura. De acordo com as modificações que cada figura pôde sofrer, classificamos essa modificação como sendo mereológica, a qual ocorreu em 53,3% das atividades. Nestas atividades, os alunos conseguiram relacionar o todo com as partes, ou vice-versa, destacando subfiguras ou agrupando figuras.

Em 93,3% das atividades, houve a apreensão operatória ótica, na qual o aluno conseguiu manipular a imagem transformando uma figura em outra, considerada sua imagem. Isto ocorreu, por exemplo, nas atividades em que os alunos destacavam com a ferramenta polígono as figuras visualizadas nas fotos. Em 100% das atividades, os alunos identificaram as figuras independentemente da posição que elas ocupavam, utilizando o que Duval (2003) classifica como apreensão operatória posicional.

Em 53,3% das atividades desenvolvidas com o *software* de geometria dinâmica, os alunos foram capazes de interpretar as questões discursivamente. Ou seja, eles conseguiram interpretar os elementos da figura geométrica, privilegiando a articulação entre os enunciados e o uso do *software*.

Em 66,6% das atividades, os alunos usaram a apreensão perceptiva para resolver as questões propostas. Nestas situações, eles conseguiram interpretar as formas das figuras em uma situação geométrica. Esta análise foi realizada em todas as atividades que exigiram o reconhecimento das figuras, como, por exemplo, no reconhecimento dos polígonos.

A partir desta análise inicial de todas as atividades desenvolvidas, utilizando o *software* de geometria dinâmica, direcionamos nossa análise para os recortes de vídeos transcritos com a finalidade de fazer uma análise mais pontual sobre cada questão.

Os recortes destacados dos vídeos, registrados das aulas no laboratório, foram organizados em episódios, nos quais o objetivo é evidenciar a complexidade cognitiva envolvida na atividade geométrica e, em particular, a análise dos processos epistemológicos emergentes de cada situação.

Os nomes dos alunos e professores apresentados em cada diálogo dos episódios são fictícios, pois a intenção da pesquisadora foi orientar o leitor, para que o mesmo não se perca no decorrer da transcrição do episódio.

Os episódios 1 e 2 foram retirados de uma mesma aula com duração de 100 minutos. O motivo da escolha desses dois momentos está relacionado com as noções primitivas dentre os conceitos geométricos. Os conceitos geométricos são estabelecidos por meio de definições. As noções primitivas são adotadas sem definição. Como podemos imaginar ou formar ideias de ponto, reta e semirretas, por este motivo seria interessante justificar os primeiros contatos de uma turma de quinto com o *software* de Geometria Dinâmica e a complexidade cognitiva envolvida mesmo em conceitos primitivos como estes.

Os episódios 3, 4 e 5 são relacionados com polígonos regulares. O motivo da escolha destes episódios é justificado pela importância de se trabalhar a pluralidade dos registros de representação, de forma que o aluno seja capaz de reconhecer um objeto matemático por meio de múltiplas representações.

Para que ocorra a aprendizagem de um conceito geométrico/matemático, a conceitualização do objeto matemático, o qual Duval (2004, p. 14) nomeia de *noesis* deve ocorrer por meio de significativas representações, nomeado de semioses. Isso significa que a compreensão em matemática acontece na medida em que o sujeito que aprende consegue coordenar vários registros de representações associados a um mesmo objeto matemático ou geométrico.

O termo registro de representação semiótica é usado para designar os diferentes tipos de representação semiótica. As representações língua natural, figural, algébrica, gráfica são exemplos de diferentes tipos de registros de representações.

Um registro de representação semiótica é um sistema de signos que tem por objetivo não somente a comunicação, mas o tratamento da informação e a objetivação. Neste sentido, este registro de representação necessita permitir três atividades cognitivas:

a formação de uma representação identificável, o tratamento de um registro de representação e a conversão de um registro para outro. (DUVAL, 2004)

Podemos analisar nas nossas atividades geométricas, por exemplo, uma reta, ela é uma representação identificável, pois todos reconhecem esse signo, é comum a todos. A atividade cognitiva é cumprida. O tratamento é como formamos mentalmente a informação que conceitua a reta. As conversões por sua vez, são externas. Podemos representar uma reta de diferentes maneiras, seja graficamente, ou em forma de equação ou por nome \overleftrightarrow{AB} .

Após a conceitualização dos termos que utilizaremos nesta análise e o motivo das escolhas dos momentos a serem analisados, temos abaixo o primeiro episódio: infinitas retas.

Episódio 1: Infinitas Retas

São duas professoras no laboratório de informática. A prof.1 dialoga com uma aluna em particular e a prof.2 com a turma. A turma está respondendo uma série de atividades a serem resolvidas no GeoGebra, orientadas pela professora laboratorista, como mostra a figura 40 abaixo:



| | |
|--|---|
| Com o ícone  | a) Crie um ponto A no plano. |
|  | b) Trace uma reta que passe por este ponto A. c) Trace sucessivas retas todas passando pelo ponto A. d) Quantas retas você conseguiu traçar todas passando pelo ponto A? e) Você consegue traçar novas retas também passando por este ponto A? f) Qual a sua conclusão? Registre na folha em anexo. |

Figura 40- Atividade 1

Fonte: GeoGebra

Diálogo referente à atividade 1:

Prof.1 (Ana Carolina): Agora vai passando, vai lendo o que está escrito aqui, o que é pra você fazer?

Aluna1(Natália): traçar isso aqui.

Prof.2 (laboratorista)-Para a turma: Trace uma reta que passe por A, depois trace sucessivas retas que passem por A.

Prof.1 (Ana Carolina): Sim. Isso você acabou de fazer. Quantas retas você consegue traçar passando pelo ponto? Vê se é possível você contar?

Prof.2 (laboratorista): Quantas retas você consegue traçar?

Aluno2 (Diego): Nossa!!

Aluno3 (Diogo): Milhares!!

Prof.2(laboratorista): E aí? O que fala no item e)? Você consegue traçar novas retas?

Turma: Sim.

Prof. 2(laboratorista): Sim.

Prof. 2(laboratorista): E o item F)? Qual é a sua conclusão? A sua conclusão é que você irá colocar na folhinha, tá? A folha branca.

Aluno4 (Paulo): como assim?

Prof. 2(laboratorista): O que você acha? Você consegue traçar quantas retas aí?

Aluno4 (Paulo): Infinitas retas.

Prof. 2(laboratorista): Infinitas retas!! Muito bem. Porque são infinitas?

Aluno4 (Paulo): por quê..., a podem passar umas por cima das outras...

Prof. 2(laboratorista): podem passar uma por cima da outra! Muito bem. Hum... além de passar uma do lado da outra....Então todo mundo coloca na folhinha branca, isso é uma conclusão.

Nesta atividade, fica evidente o diálogo entre a turma e a professora laboratorista sobre a construção do conceito de infinito e, principalmente, sobre o postulado “por um ponto podemos traçar infinitas retas”. Podemos analisar o registro feito na tela do computador, as falas dos alunos e o registro manuscrito.

As representações que estão relacionadas com as figuras geométricas planas ou com a língua natural, segundo Duval (2003), são tipo de registros multifuncionais os quais não são algoritmizáveis.

Para este autor, a língua natural, assim como as associações verbais (conceituais) e a forma de raciocinar estão relacionadas com a argumentação a partir de observações, e também de deduções válidas, assim como de definições e de teoremas. Este tipo de definição é classificado como Discursiva. As figuras geométricas planas, por sua vez, estão relacionadas à representação Não-Discursiva, as quais dependem da apreensão operatória e podem ser auxiliadas pela construção com instrumentos.

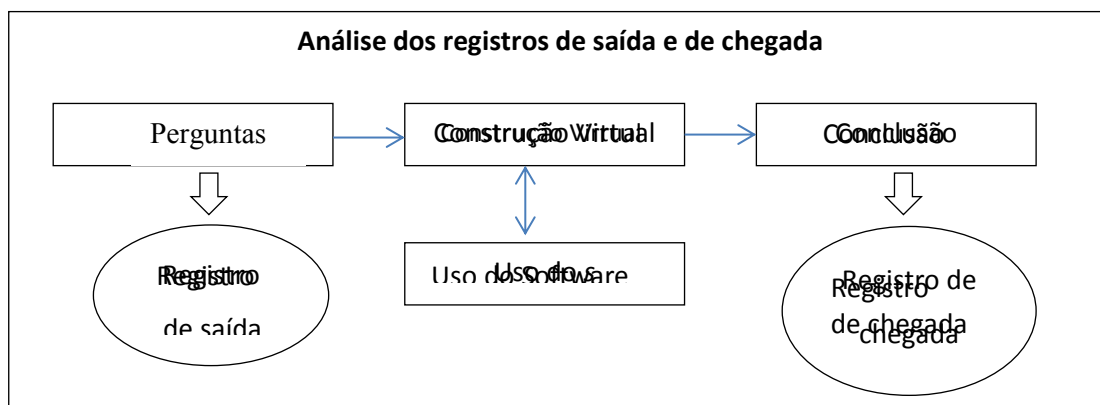
No caso da atividade geométrica de traçar simultâneas retas sobre o mesmo ponto, mobilizamos ao menos dois registros de representação ao mesmo tempo, os quais poderiam ser trocados a qualquer momento.

Podemos destacar o registro na folha de atividade, a qual foi convertida para a tela do computador na forma gráfica, houve uma interpretação de informação. Há o registro das ferramentas utilizadas dentro do *software*, o tratamento do conceito de várias retas sobre o mesmo ponto e o registro final na forma de língua natural.

O aluno com o auxílio do instrumento de construção de retas possibilitado pelo *software* de Geometria Dinâmica foi capaz de ter uma dedução válida, ou seja, ele utilizou a representação Não-Discursiva que foi a construção, o passo-a-passo, o qual possibilitou associações conceituais.

Ao analisarmos as produções dos alunos sobre suas conclusões à respeito da atividade dos pontos, algo que, para os professores de matemática, é estritamente simples, do ponto de vista cognitivo, é uma atividade de conversão, a qual é responsável pelos mecanismos preliminares à compreensão. Conversão, segundo Duval (1999), é a transformação de uma representação semiótica em outra representação semiótica, porém sem sair do mesmo sistema e conservando a referência aos objetos.

Para analisar esta atividade, é suficiente comparar a representação do registro de partida com a representação terminal no registro de chegada. No caso da nossa atividade, o registro de saída são as perguntas da professora laboratorista, que estão na folha da atividade, registro escrito. O registro de chegada foram as construções dos alunos feitas com o *software* GeoGebra e o registro na folha branca, as conclusões dos alunos.



Fonte: elaborado pela autora

Nesta situação, a representação terminal transparece na representação de saída e a conversão está próxima de uma situação de simples codificação, nesse caso, segundo o autor, há congruência.

Outro fator deve ser destacado nesta atividade é chamado por Duval (2003) de Paradoxo da Compreensão em Matemática, o qual pode ser definido da seguinte maneira: como podemos não confundir um objeto e sua representação se não temos acesso a esse objeto a não ser por sua representação? (DUVAL, 2003, p.21).

Na nossa atividade, a visibilidade proporcionada pela tela do computador das retas e pontos contribuiu para a conclusão dos alunos, no entanto, esse registro não deve ser confundido com a definição de reta e ponto, pois são objetos matemáticos desprovidos de dimensão. Nesta perspectiva, a oposição feita muitas vezes entre o que seria conceitual (mental) e as representações semióticas que seriam externas aparecem como uma oposição enganadora. Essas representações externas podem ser expressas pelo material de suporte, seja ele o da tela do computador ou a parte escrita.

A seguir, apresentamos um exemplo de uma conclusão registrada pelas alunas do Grupo Pop Star.

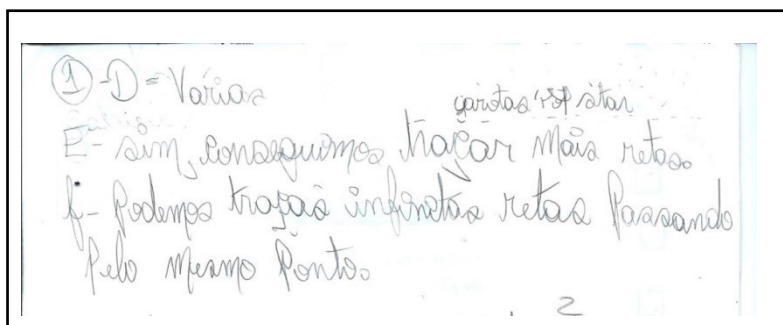


Figura 41- Registro de conclusão da atividade do Grupo Pop Star.
Fonte: alunas Pop Star

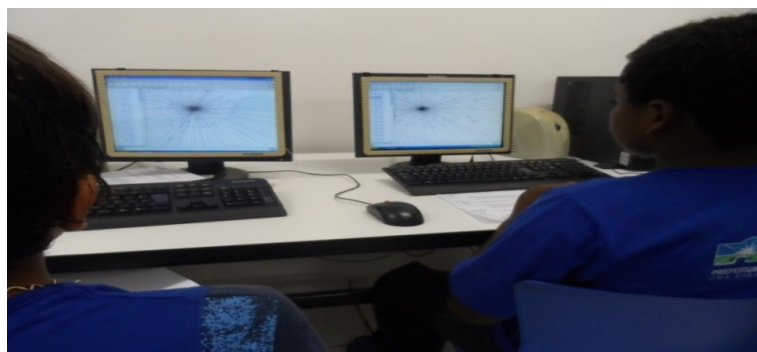


Figura 42- Resolução da atividade no GeoGebra
Fonte: Acervo de fotos da autora

Na intenção de superar esse equívoco, que pode ser representado pelo aluno 4 (Paulo), quando ele diz que “pode passar uma reta por cima da outra”, Duval (1991) sugere a articulação entre vários tipos de registros para que o aluno consiga formular claramente o acesso à compreensão em matemática, justificando, desta maneira, a sua fala sobre a atividade cognitiva requerida na matemática está relacionada principalmente com as representações semióticas e à grande variedade dessas representações.

Por ser um conteúdo novo para os alunos de quinto ano, a equipe de pesquisadores preferiram não aprofundar na teoria de retas, no entanto, foi discutido entre os pesquisadores que este tipo de atividade deveria ser realizada em turmas de sextos anos para que a questão da dimensão da reta fosse melhor discutida e ainda, descobrir o porquê passar infinitas retas.

Episódio 2: Retas, semirretas e segmentos

Este episódio foi dividido em etapas para melhor analisarmos os acontecimentos epistemológicos ocorridos no decorrer da aula. O objetivo da aula era trabalhar a nomenclatura de ponto, reta, semirreta e segmento de reta.

O primeiro trecho foi destacado por evidenciar a interação entre os alunos, a importância do trabalho em equipe, para o desenvolvimento de um ambiente propício à aprendizagem.

Prof.1(laboratorista): o que você quer Bruno?

Aluno1(Bruno): olha aqui professora.

Prof.1 (laboratorista): Isso, agora faz uma semirreta.

[o aluno mostra os passos de construção da semirreta no GeoGebra à professora, porém, abre uma nova janela e ele faz sinal com as mãos sobre o que fazer]...

[Neste momento levanta um aluno que está no computador ao lado e mostra o passo a passo de como construir].

Aluno2 (Diego): é assim óh...

Prof.1 (laboratorista): isso é assim. Ela tem começo, mas não tem fim.

No desenvolvimento das atividades no laboratório de informática, o trabalho em equipe proporciona a interação com os próprios alunos e com o professor, essa interação pode ser um termo facilitador no processo de aprendizagem.

Nacarato e Santos (2014, p. 32) discutem a importância do trabalho em equipe, no entanto, alertam que não é qualquer tipo de interação entre pares nem de mediação docente que leva à aprendizagem. Na situação descrita neste diálogo entre os alunos podemos perceber que houve um auxílio de um aluno para que o outro conseguisse desenvolver o passo a passo no software, no entanto, apenas a boa desenvoltura na utilização do GeoGebra não determina que o aluno foi capaz de absorver o conceito do conteúdo geométrico desenvolvido no laboratório de informática.

Um dos papéis desempenhados pelas representações semióticas é o da comunicação, ou seja, exteriorizar as representações mentais, tornando-as acessíveis às outras pessoas, no caso das nossas atividades uma ferramenta que utilizamos para expressar a imagem que formamos a respeito de um objeto matemático é a tela do computador. A manipulação incorreta pode vir a ser uma grande inimiga nesse momento de expressar as ideias sobre determinado conceito.

Na intenção de aprender a manipular corretamente o *software*, o trabalho em equipe pode ser apropriado e determinante para a aprendizagem correta do uso do programa, no entanto, quando relacionado com a aprendizagem geométrica, isso é algo particular de cada aluno, referente às relações semióticas que ele foi capaz de desenvolver.

Com relação às dificuldades dos alunos a respeito da compreensão dos conceitos matemáticos e geométricos a fim de prepará-los para enfrentar um ambiente informático e tecnológico cada vez mais complexo, Duval (2003, p.11) argumenta que é:

[...] necessária uma abordagem cognitiva, pois o objetivo do ensino da matemática, em formação inicial, não é formar futuros matemáticos, nem dar aos alunos instrumentos que só lhes serão úteis muito mais tarde, e sim contribuir para o desenvolvimento geral de suas capacidades de raciocínio, de análise e de visualização.

As atividades propostas, inicialmente, tinham a finalidade de proporcionar ao aluno compreender, efetuar e controlar ele próprio a diversidade dos processos matemáticos que lhe eram propostos em cada situação de ensino. Nesta intenção, eram propostas atividades complementares, nas quais o aluno poderia no seu desenvolvimento, chegar a conclusões, ou indagações sobre os conceitos.

O próximo trecho destacado tem o objetivo de mostrar as habilidades dos alunos do quinto ano, quanto ao manuseio das ferramentas utilizadas no Geogebra e à sua relação com a visualização.

Aluna1 (Débora): hei....

Prof.1 (laboratorista): limpa a tela pra mim...

[a aluna faz o procedimento]

Prof.1 (laboratorista): agora faz pra mim um segmento.

[a aluna faz o segmento]

Prof.1 (laboratorista): pronto. Agora faz uma semirreta.

[a aluna faz o segmento de reta e sorri]

Prof.1 (laboratorista): agora faz pra tia uma reta.

[a aluna faz uma reta concorrente a semirreta, saindo da situação de paralelismo anterior]

Prof.1 (laboratorista): parabéns. Ficou ótimo!!

Na sequência, mostramos a atividade da aluna Débora do 5ºC.



Figura 43- Atividade apresentada pela aluna Débora do 5ºC

Fonte: Acervo de fotos da autora

Nesta atividade, podemos destacar que houve a conversão da língua natural para a forma gráfica, que são representações distintas do mesmo objeto. No entanto, a nossa atenção neste momento é sobre a habilidade com o *software*. A questão é: quais representações semióticas são necessárias para que o aluno tenha o domínio do conhecimento necessário para desenvolver a tarefa desejada?

Gravina (2001, p.35) discute sobre a importância da tecnologia informática, pois ela disponibiliza ferramentas que suportam a exteriorização, a diversificação e a ampliação dos funcionamentos cognitivos, através de linguagens de programação, de documentos hipertextuais assim como da modelagem e simulação. Essas ferramentas e seus objetos metafóricos tornam-se a representação de imagens mentais com o dinamismo de imagens presentes na tela do computador. Assim, estes ambientes suportam formas de pensar que ultrapassam as do discurso oral ou escrito ou do desenho estático.

Duval (2015, p.7) discute, em particular, a visualização em geometria, segundo o autor, os programas computacionais atuais oportunizam, não só construir figuras, mas explorar transformações de figuras por um simples deslocamento de um “objeto”: um ponto, um segmento, etc. Não somente preenchem, também, uma função heurística, mas possibilitam uma abordagem “experimental”, ao menos quase experimental das relações e propriedades geométricas. A visualização será, assim, completamente externalizada e a cargo do instrumento utilizado.

Ao analisarmos a situação apresentada no diálogo entre a aluna Débora e a professora laboratorista, é possível perceber que houve a coordenação entre a linguagem e, pelo menos, uma representação visual que foi a gráfica, da tela do computador. Neste caso, é possível dizer que ela teve domínio do conhecimento matemático e do *software*, necessário para realizar a atividade solicitada pela professora.

Para finalizar a análise deste episódio, vamos apresentar mais um trecho de diálogo ocorrido no desenvolvimento desta mesma aula sobre retas e semirretas. O trecho, a seguir, discute sobre “uma descoberta” feita pelo aluno Pedro ao manusear o *software* de geometria Dinâmica. No contexto da aula, o aluno estava explicando para a colega da mesa ao lado a sua conclusão:

Aluno1 (Pedro): tipo assim, por exemplo: as semirretas se você fizer ela só uma vez ela vai ter começo e não vai ter fim, e se você fizer ela pro lado e pro outro, ela vai virar uma reta.

Prof. 1 (Ana Carolina) Isso! Escreve isso aqui.

[Você gravou isso né? Para o outro professor].

Prof.2 (Marcos): Gravei.

Prof. 1(Ana Carolina): Beleza.

Na situação apresentada, podemos destacar que houve um processo de produção de conhecimento importante para a aprendizagem em matemática, a objetivação, ou seja, a tomada de consciência do aluno Pedro sobre o conceito.

Podemos considerar que do ponto de vista do processo de ensino e aprendizagem da geometria, os registros de representação semiótica exercem um papel fundamental nas atividades cognitivas e, nesta situação, preencheram igualmente as funções de comunicação, sejam elas: gráfica ou verbal, de tratamento, nesse caso, figural e de objetivação, podendo ter favorecido a descoberta e a compreensão do conceito.

Episódio 3: Reconhecendo os Polígono nas Paisagens feitas no Geogebra.

Esta aula foi realizada em sala de aula com o recurso de *Datashow*. O Objetivo era destacar as figuras planas utilizadas nas construções das paisagens feitas no GeoGebra e reforçar a teoria sobre nomenclatura de figuras planas.

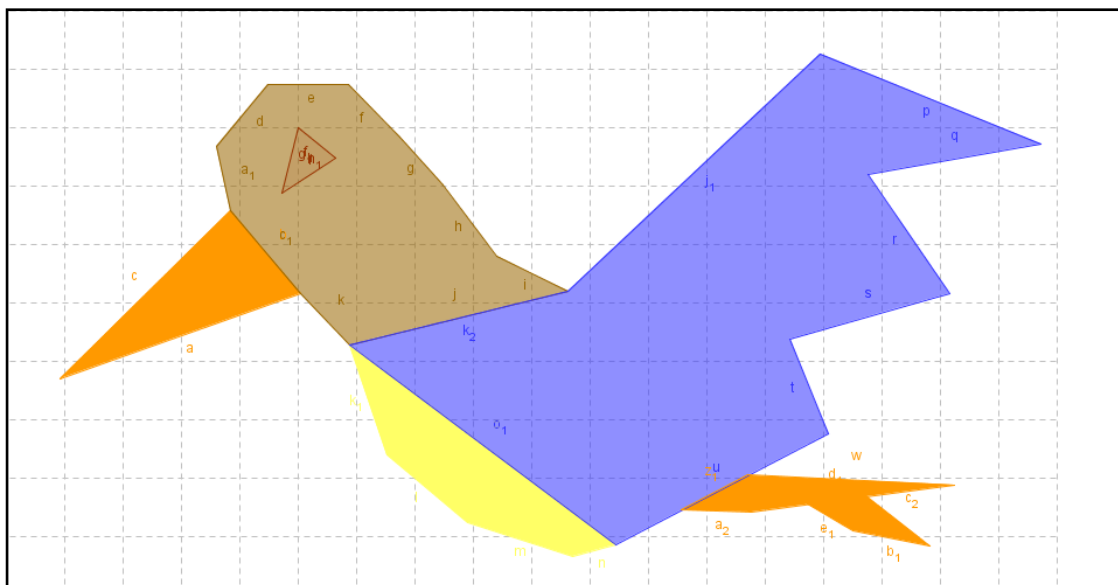


Figura 44- Construção de uma paisagem (O pássaro) usando o Geogebra,

Fonte: Aluno Cristopher do 5ºanoC.

Diálogo referente ao episódio 3:

Prof. 1(Tom): então é o seguinte, eu quero que vocês escrevam pra mim o nome de todas as figuras que aparecem aqui. [o professor mostrava a figura do Pássaro].

Prof.2 (Janaína): em cada cor.

Prof.1 (Tom): aqui tem uma figura, aqui outra ...[mostrando para os polígonos que compõem a paisagem]. Cada figura valerá uma estrela. [Com relação a pontuação de acertos de cada grupo/equipe].

Prof. 1 (Tom): Todo mundo escreveu?

[o professor pediu que um representante de cada grupo fosse para a frente do quadro com suas respostas.]

Prof.1 (Tom): a primeira figura é essa: [mostrando para o “bico do pássaro”]. Qual o nome dela?

Prof. 1 (Tom): Triângulo, triângulo, [conferindo as respostas das equipes].

Prof.1 (Tom): Todo mundo acertou, todos fizeram pontos, todos ganharam estrelas.

Prof. 1(Tom): E essa figura? Um, dois, três, quatro, cinco lados. Oque ela é?

Turma: pentágono.

Prof. 1 (Tom): Lembrem que ela não é um pentágono regular. Lembram do Regular? É tudo igual. Tá? Vamos lá cadê as respostas? Tem pentágonos aí?

- todos acertaram.

Prof. 1(Tom): ok. Vamos lá. Vamos para a cabeça do pássaro. Quantos lados? Um, dois, três, quatro, cinco, seis, sete, oito lados. Oito é o que?

Turma: Octógono.

- todos acertaram.

[o professor conferiu os nomes de todas as figuras que compunham a paisagem: asa→ 9 lados: nonágono; os pés→ 8 lados: octógono].

-todas as equipes acertaram os nomes de todas as figuras, todas fizeram pontos.

Independente da figura desenhada na atividade matemática, segundo Duval (2012a, p. 120), ela é objetivo de duas atividades geralmente contrárias: uma imediata e automática que envolve a apreensão perceptiva das formas e outra controlada, que torna possível a aprendizagem, a interpretação discursiva dos elementos figurais. O autor argumenta que uma figura é uma organização de elementos de um campo perceptivo, não homogêneo que constitui um objeto que se destaca neste campo.

No caso de nossa atividade, temos o contorno geral que se destaca evidenciando a imagem do pássaro, neste caso específico, podemos analisar também que não houve sobreposição de formas. No entanto, podemos analisar que pode ser repartido em figuras menores.

Segundo Duval (2012a, p. 121), figuras mais simples habitualmente usadas pelos alunos fazem parte da lei do fechamento ou de continuidade: quando diferentes traços formam um contorno simples e fechado.

Na situação apresentada por esta atividade, os alunos tinham a tarefa de identificar as subfiguras e nomeá-las de acordo com o seu número de lados.

Em um primeiro momento, esta atividade exigia uma apreensão perceptiva da figura, ou seja, interpretação das formas de uma figura geométrica, a partir do momento em que o aluno começa a identificar as subfiguras advindas da imagem maior, no caso, o pássaro. Para Duval (2012a), o aluno está desenvolvendo uma modificação mereológica, ela se faz em função da parte com o todo. Essa modificação é feita graficamente ou mentalmente. Mas, diferentemente da construção geométrica, o modo escolhido para a modificação da figura é neutro: ele não muda a apreensão, nem mesmo a análise que pode ser feita. No entanto, pode interferir na possibilidade de tratamento diferente.

Uma modificação mereológica é uma modificação que faz surgir uma forma de um todo fracionado em partes. Estas partes podem ser homogêneas ou heterogêneas. No fracionamento homogêneo, as partes obtidas tem a mesma forma, por exemplo, um quadriculado. Em um fracionamento heterogêneo, as partes obtidas não tem a mesma forma que o todo, por exemplo, repartir um quadrado em dois triângulos.

No nosso caso, tínhamos uma figura inicial “o pássaro” o qual foi reconfigurado e partes menores, no entanto, os alunos poderiam ainda reagrupar as figuras em novas partes caso fosse necessário.

A importância de se trabalhar esse tipo de fracionamento da figura em partes elementares, é a possibilidade de a mesma originar a operação de reconfiguração intermediária. Esta operação permite engajar, de imediato, tratamentos, tais como medidas de áreas através das somas das partes elementares ou reconhecimento de equivalência de dois reagrupamentos intermediários, portanto, de importância relevante para a construção do pensamento cognitivo dos alunos de quinto ano.

No entanto, os pesquisadores em consenso decidiram por não utilizarem estas paisagens para o cálculo de áreas ou perímetros. Atividades semelhantes foram propostas no desenvolvimento do GeoGebra com a Robótica, na qual os alunos construíram as áreas dos blocos de salas de aula da escola, a partir de uma maquete e posteriormente, efetivaram cálculos de áreas e perímetros, mas esta atividade será melhor analisada posteriormente.

Além desta figura, “o pássaro”, os alunos analisaram também as outras imagens criadas com o auxílio do *software* GeoGebra, como, por exemplo, “o tanque” exposto na figura 45, na sequência.

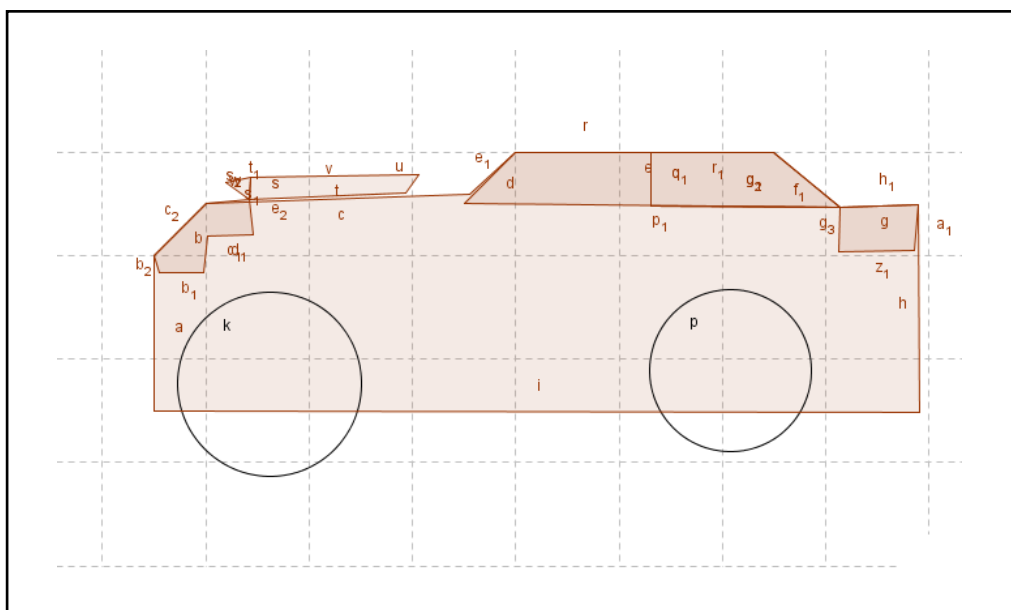


Figura 45- Criação O tanque

Fonte: Bruno, 5º ano C

A diferença desta figura está na ausência de cores, o aluno é responsável por identificar quais subfiguras compunham o desenho, apenas diferenciando pelos contornos existentes.

No caso desta atividade, outro destaque que devemos analisar é que todas as subfiguras já estavam apresentadas aos alunos, sejam diferenciadas por cores ou não, mesmo havendo esta diferenciação inicial, não deixam de ser uma reconfiguração intermediária. Desta maneira, contribuem com o fator de visibilidade o que, para Duval (2012a), é um fator intrínseco aos tratamentos matemáticos possíveis.

Nesta atividade, podemos destacar também o uso da linguagem matemática e materna algo importante na formação inicial do ensino fundamental.

Episódio 4: Reconhecimento das figuras geométricas nos registros fotográficos feitos pelos alunos

Esta atividade foi realizada na sequência da aula em sala de aula sobre polígonos. Cada grupo de alunos foi responsável por fazer o registro de 10 fotos nas quais eles

visualizavam figuras geométricas. Eles poderiam registrar imagem nas quais eles visualizavam círculos ou polígonos.

Com as fotos de cada grupo, os pesquisadores criaram um mosaico, o qual seria analisado inicialmente nessa aula de discussão e, posteriormente, no Geogebra.

O mosaico apresentado a esse grupo em que destacamos o diálogo entre professor e os alunos, está exposto na figura 46 a seguir.



Figura 46- Registro do grupo 5

Fonte: Acervo de fotos da autora

Diálogo entre o grupo 5 e o professor:

Prof1 (Tom): pessoal, essas aqui foram as fotos que vocês tiraram na escola. Eu quero que vocês me mostrem aqui pelo menos três polígonos diferentes. O que é um polígono? Vamos lá....

Aluno 1(Daniel): quadrilátero.

Prof.1(Tom): ótimo, onde? [ferindo-se as fotos]

Aluno 1(Daniel): aqui, aqui e aqui.

Aluno 2(Diego): Tem círculos...

Prof.1(Tom): Tem mais coisas, que eu já vi...

Aluna3(Camila): o hexágono esta pertinho deles [a aluna não pertence ao grupo, estavaassistindo ...]

Aluno 1(Daniel): isso aqui é um pentágono...

Prof.1(Tom): não é... alguém pode ajudar esse grupo? Alguém reconheceu mais alguma figura? [neste momento duas alunas que não eram participantes do grupo mostraram duas possíveis figuras que elas visualizavam nos registros fotográficos acima]

Esta atividade era uma análise preliminar feita com os grupos na sala de aula com o auxílio do *datashow*, para que, posteriormente, cada grupo trabalhasse com o mosaico no Geogebra, destacando com cores diferentes cada figura geométrica que o grupo visualizou ou idealizou ao fazer o seu registro fotográfico. A seguir, apresentamos o resultado final do grupo 5.

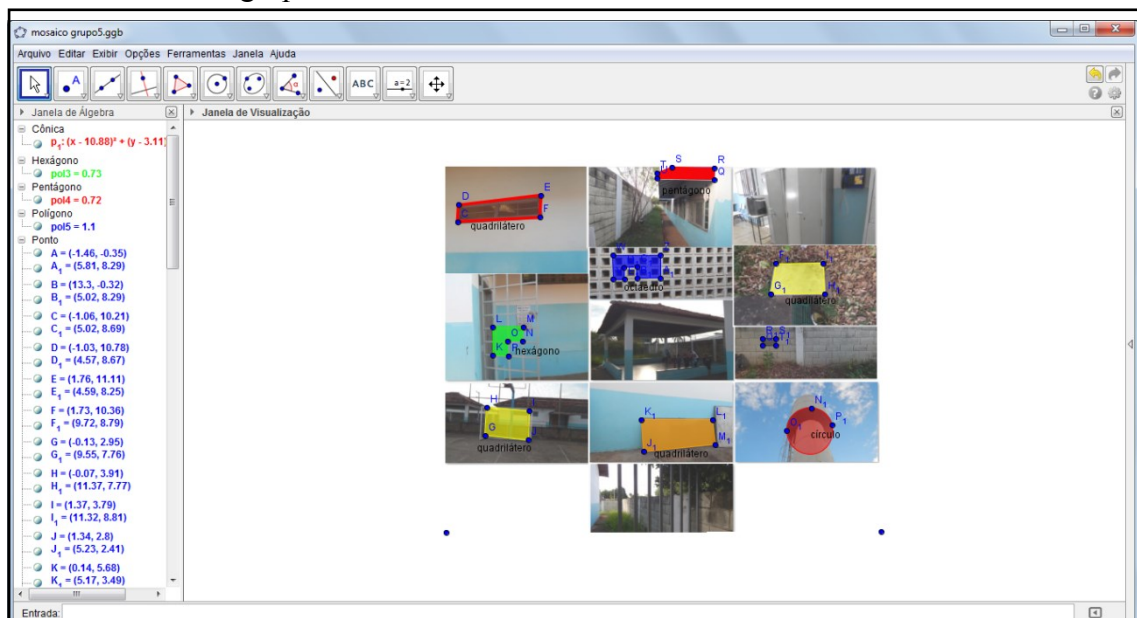


Figura 47- Resultado final do trabalho no Geogebra

Fonte: Alunos do grupo 5

Esta atividade era a preferida do grupo de pesquisadores, pois o intuito inicial era desenvolver no GeoGebra várias atividades advindas destas fotos. No entanto, encontramos alguns entraves que serão melhores explicados no decorrer desta análise.

A primeira dificuldade que encontramos foi com relação à distorção promovida pela lente angular da máquina fotográfica.

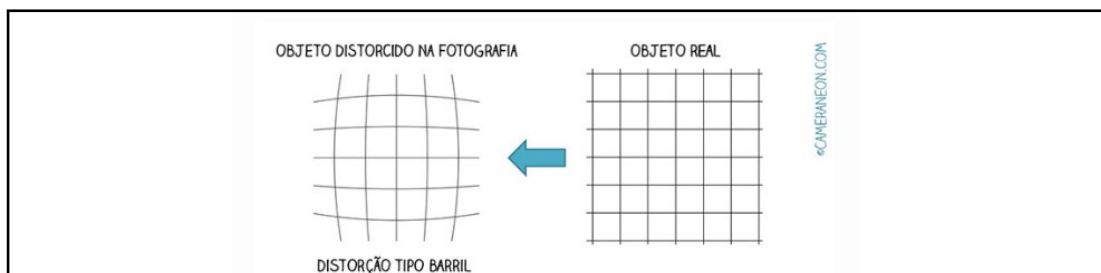


Figura48- Tipo de distorção promovida na fotografia

Fonte: www.cameraneon.com/tecnicas/distorcao-radial-em-fotografias/ Acesso em: 15 out.2015.

Por mais que aos olhos do aluno, durante o registro fotográfico, ou a imagem escolhida lhe parecesse um quadrado, por exemplo, na imagem final da foto, essa imagem era modificada.

Nesta atividade, podemos observar que o aluno, ao ser exposto em seu ambiente escolar, seja no pátio, na quadra, nos entornos das salas de aula para procurar imagens que lhes lembrassem figuras geométricas, ele inicialmente está desenvolvendo um tipo de visualização para a exploração heurística importantíssima para o processo de construção do conhecimento matemático da criança. Nesta situação, o aluno busca fazer um registro espacial, que dá lugar a formas de interpretações autônomas.

Este tipo de interpretação, segundo Duval (2012a), pode ser classificado por apreensões. Na nossa atividade, destacamos a perceptiva, neste caso, por exigir uma interpretação das formas das figuras geométricas; a operatória, pois está centrada nas modificações possíveis de uma figura de partida e na reorganização perceptiva que essas modificações sugerem. No nosso caso, a apreensão operatória das figuras depende das modificações que a figura pode sofrer.

O tipo de modificação ocorrida em nossa atividade é classificado por Duval (2012a, 125), como sendo uma modificação ótica, ela transforma uma figura em outra, chamada a sua imagem. Esta transformação, que é realizada através de um jogo de lentes e espelhos, pode conservar sua forma inicial ou alterá-la. Outra situação presente é a

possibilidade de deslocá-la ou rotacioná-la em relação às referências do campo onde ela se destaca: essa modificação é uma modificação posicional de orientação e do lugar da figura dentro de seu ambiente (em geral, o plano fronto paralelo). O aluno é capaz de realizar mentalmente ou graficamente, cada uma dessas modificações.

Nesta atividade, o aluno teve que trazer da realidade, ou seja, o 3D, para o plano de profundidade existente na fotografia 2D e, posteriormente, nos traços das figuras simples fechadas visualizadas na tela do computador, pois fazia parte da tarefa fazer o contorno da figura visualizada utilizando o Geogebra.

Outro ponto importante a ser destacado é a tomada de consciência do aluno ao absorver o conceito geométrico e ser capaz de utilizá-lo como sendo linguagem natural (registro discursivo).

Nas situações presentes nesta atividade, é possível destacar o uso de mais de um registro (as figuras geométricas, o discurso da língua natural, o uso gráfico das fotografias). Neste caso, utilizamos um tipo de tratamento das figuras geométricas chamado reconfiguração, Segundo Duval (2012, p.272), é uma das numerosas operações que dá ao registro das figuras o seu papel heurístico. Nesta atividade analisada, quando o aluno consegue visualizar e destacar com cores diferentes partes de uma figura, mentalmente, ele está utilizando a reconfiguração. Isso é percebido quando o grupo buscou no registro fotográfico encontrar um octaedro, por exemplo, mostrado na figura 49, a seguir, ele foi capaz modificar a figura inicial a seu favor, no intuito de apresentar a solução da questão, ou seja, diferentes polígonos.



Figura 49- Exemplo de reconfiguração

Fonte: Recorte da atividade do Grupo 5

Este mesmo artifício foi utilizado na imagem do registro do outro hexágono, mostrado na figura 50 abaixo:



Figura 50- Outra situação de tratamento chamado de reconfiguração

Fonte: Recorte da atividade dos alunos do Grupo 5

A anamorfose é uma forma de tratamento que se aplica a toda representação figural. No nosso caso, envolve a perspectiva da imagem promovida pelo registro fotográfico, no qual o aluno pode visualizar o mundo geometricamente, fazendo as conexões entre as figuras geométricas e as imagens fotográficas. A anamorfose pode ser percebida quando os alunos fizeram o registro de uma circunferência, e ao nosso olhar de observador da foto nos parece uma elipse, por exemplo, ou quando um quadrado nos parece um paralelogramo ou losango dependendo da perspectiva do registro fotográfico.

Outra situação percebida foi o fato do reconhecimento inicial das figuras mais simples como os quadriláteros (aluno 1- Daniel). No entanto, os alunos não conseguiam distinguir as variações dos quadriláteros: se era um quadrado, um retângulo, um losango ou paralelogramo. Fato que levou os pesquisadores posteriormente, a desenvolver uma atividade específica com os quadriláteros para que os alunos conseguissem na manipulação do software GeoGebra, distinguir as diferenças das propriedades de cada figura, trabalhando com os valores dos ângulos e comprimentos dos lados e paralelismo.

A intenção inicial desta atividade era identificar as diferentes figuras com os cálculos dos ângulos internos e medidas dos lados, aprofundando com os conceitos das propriedades das figuras. No entanto, este tipo de atividade foi abandonada, pois devido à distorção promovida pela lente angular, os registros, mesmo sendo frontal, eram modificados óticamente, tornando impossível a representação figural por exemplo, de um quadrado, fato também explicado pela anamorfose. Se trouxéssemos para a tela do computador teríamos que fazer uma aproximação da figura e este fato nos desmotivou. Porém, foi possível em outras atividades, trabalharmos, por exemplo, a soma dos ângulos

internos dos triângulos encontrados em fotos. Esse tipo de atividade exigia várias representações por parte do aluno, pois ele deveria inicialmente, identificar os triângulos em posições variadas, o que, cognitivamente, é uma modificação posicional, além de ter que efetuar cálculos dos valores dos ângulos internos, posteriormente, somar estes ângulos. Temos um modelo de aplicação desta atividade na figura 51 a seguir, atividade dos alunos do 5º ano c Cleber e Melissa.

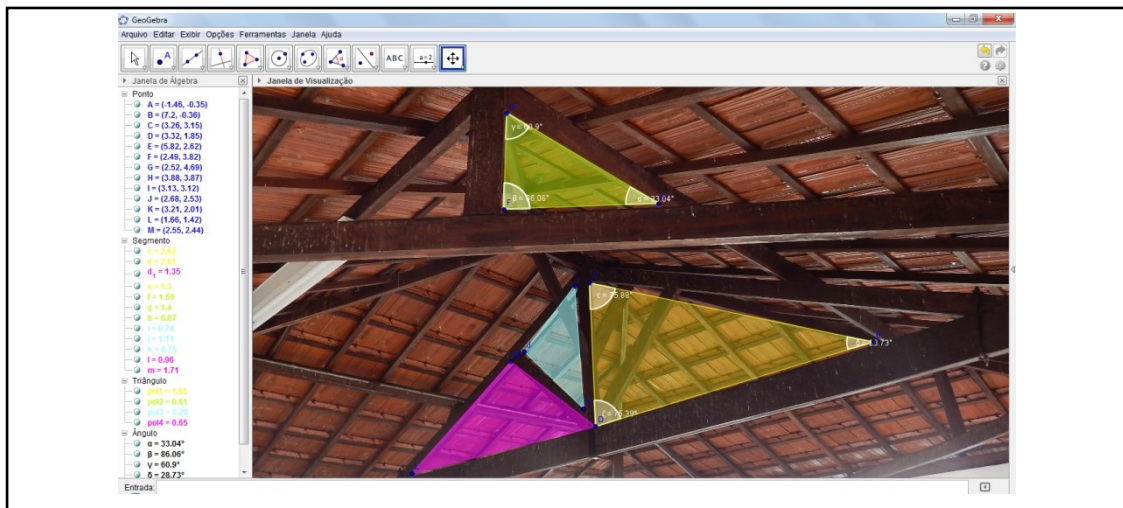


Figura 51- Atividade de aplicação

Fonte: Alunos Cleber e Melissa do 5ºC

O grupo de pesquisadores era ciente de que este modelo de atividade não deve ser trabalhado no quinto ano do ensino fundamental, pois o conteúdo de medir ângulos não é ensinado nos anos finais do ensino fundamental I. No entanto, a facilidade promovida pelo *software*, dos cálculos dos ângulos, facilitou o entendimento do conceito de ângulos e tornou possível o desenvolvimento deste tipo de atividade.

Episódio 5- Atividade com a robótica

Este episódio foi registrado, mas infelizmente, os poucos momentos filmados estavam no celular de um dos pesquisadores e o mesmo foi danificado. No entanto, temos os registros das atividades no GeoGebra, as fotos e as notas de campo da pesquisadora. São estes dados que utilizaremos para analisar os resultados da atividade com a robótica.

Inicialmente, tivemos a construção de uma maquete como explicado no capítulo 3. No entanto, analisamos esta atividade relacionando com a visualização, com quais

processos cognitivos estavam presentes e quais relações foram possíveis de serem realizadas neste contexto aula. O diferencial desta atividade, em relação às anteriores, foi a robótica. Por meio da robótica e do GeoGebra, os alunos foram capazes de realizar diferentes registros.

A visualização proposta pela maquete e pelo robô na situação proposta como problema de geometria, influenciou na resolução do problema. O problema consistia no menor caminho para o robô fazer a coleta seletiva de lixo nas salas de aula.

Quando analisamos situações problemas em geometria, temos um raciocínio que implica referência a uma axiomática local, mas que se desenvolve no registro da língua natural. Esta forma de raciocínio, segundo Duval (2012, p.119), conduz o desenvolvimento de um tipo de discurso que funciona por substituição, como se tratasse de uma língua formalizada, ainda que situado em um registro em que o discurso é construído de modo natural por associação e por acumulação. Na realidade, a passagem de um enunciado em língua natural a uma representação em outro registro toca um conjunto complexo de operações.

Temos no enunciado o registro de partida que mobilizou a construção da maquete e a experiência com o robzinho. A partir da maquete, os alunos interpretaram as formas geométricas, fizeram desenhos que, posteriormente, facilitam os cálculos matemáticos que respondessem à situação problema. A resposta final, no nosso caso, seria o registro de chegada.

Do registro de saída ao registro de chegada, temos várias etapas que destacamos e analisamos, segundo os conceitos definidos por Duval (2012a).

Representando a maquete, temos os paralelepípedos, que formam os dois blocos de salas de aula. Para que o aluno fosse capaz de fazer a desconstrução dimensional de 3D em 2D, eles utilizaram a apreensão operatória de figuras espaciais, no nosso caso, os alunos identificaram apenas uma das faces do prisma, fazendo o desenho 2D da maquete. Esse mesmo pensamento cognitivo é exigido quando o aluno faz a planificação total da figura de 3D em 2D, ou seja, ele consegue identificar mentalmente e representar externamente todas as partes planas da figura. De acordo com Duval (2009, p. 90), “a desconstrução dimensional é onipresente em toda definição, em todo o raciocínio e em toda explicação em relação às figuras em geometria”. Planificar o paralelepípedo (figura tridimensional) representado pelos blocos de sala de aula seria o aluno construir seis retângulos (figuras bidimensionais) que deveriam ter as mesmas medidas necessárias para a construção do bloco inicial.

No entanto, essa parte da atividade foi substituída pelo *software* de geometria dinâmica. Em termos gerais, o raciocínio cognitivo necessário para efetuar esse registro gráfico foi facilitado pelo *software*.

Duval (2015, p.7) discute esse tipo de automatização promovida pelos usos de *softwares* e o relaciona com as relações promovidas no monitor dos computadores, de acordo com este autor, do ponto de vista cognitivo, os programas computacionais fornecem três grandes inovações:

[...] a mais fascinante delas é o *poder da visualização* que é estendido para todos os domínios do conhecimento. A segunda, é que eles constituem um meio de transformação de todas as representações produzidas no monitor. Dito de outro modo, eles não são apenas instrumentos de cálculos, em que o potencial cresce de modo ilimitado, mas eles preenchem uma função de *simulação* e de *modelização* que excede tudo o que se possa conceber “mentalmente” ou de modo manual gráfico. Enfim, a produção é quase imediata: um clique e o resultado apresentam-se no monitor! Os programas computacionais AUTOMATIZAM A PRODUÇÃO COGNITIVA DE REPRESENTAÇÕES SEMIÓTICAS. É isso que desperta o interesse e a inovação de um ponto de vista cognitivo e que explica o papel cada vez mais primordial que desempenham no ensino de matemática (cálculo, álgebra, análise, geometria), uma vez que tornam as atividades de matemática mais imediatamente acessível e mais fácil. (DUVAL, 2015, p. 7- grifo do autor)

No caso da planificação dos paralelepípedos, que representavam as salas de aula, os alunos deveriam efetuar várias medições para construir os retângulos e quadrados que formavam os paralelepípedos. A construção no *software* foi facilitada no sentido de que os alunos tiveram mais agilidade em fazer os desenhos utilizando a planilha de visualização 3D.

No entanto, anteriormente à utilização do *software*, foi solicitada a construção da figura com lápis e régua, os alunos apresentaram dificuldade em fazer as medições e transcrições dos valores para o papel. Essa construção da figura exigia uma apreensão sequencial, discursiva e operatória.

Os alunos apresentaram mais dificuldades em fazer a apreensão discursiva que relacionava aos cálculos de perímetros das figuras planas construídas por eles. Abaixo temos um trecho da nota de campo da pesquisadora:

Os alunos apresentaram grande dificuldade em fazer os desenhos da maquete. Demoram muito pra fazer os desenhos a mão livre. No software foi mais rápido, porém eu e a professora regente tivemos que auxilia-los. Outra parte demorada foi a resolução dos problemas. Mesmo sendo contas simples, nas quais eles poderiam utilizar a calculadora do computador, eles se enrolaram e pareciam estar receosos de entregarem as respostas, mesmo eu

dizendo que não precisavam colocar os nomes. (Auxiliei bastante nas resoluções)
Muitas dúvidas, se perdiam nas somas. (NOTA DE CAMPO DA PESQUISADORA 18/11/2015)

Na sequência, apresentamos um exemplo de atividade, em que percebemos que os alunos Bruno e Carlos se perdem na organização de seus cálculos, mas apresentam um resultado correto, provavelmente advindo do uso da calculadora.

$$\begin{aligned}
 &\text{QUARTEIRÃO: uma volta completa} \\
 &= (30+60) + (30+60) + (45+30) + (30+60) + (30+30) + 15 \\
 &= (90+60) + (105+90) + (30+105) \\
 &= 150 + 195 + 135 \\
 &= 345 + 135 \\
 &= 480
 \end{aligned}$$

Figura 52- Operação da medida do perímetro do quarteirão

Fonte: Alunos Bruno e Carlos

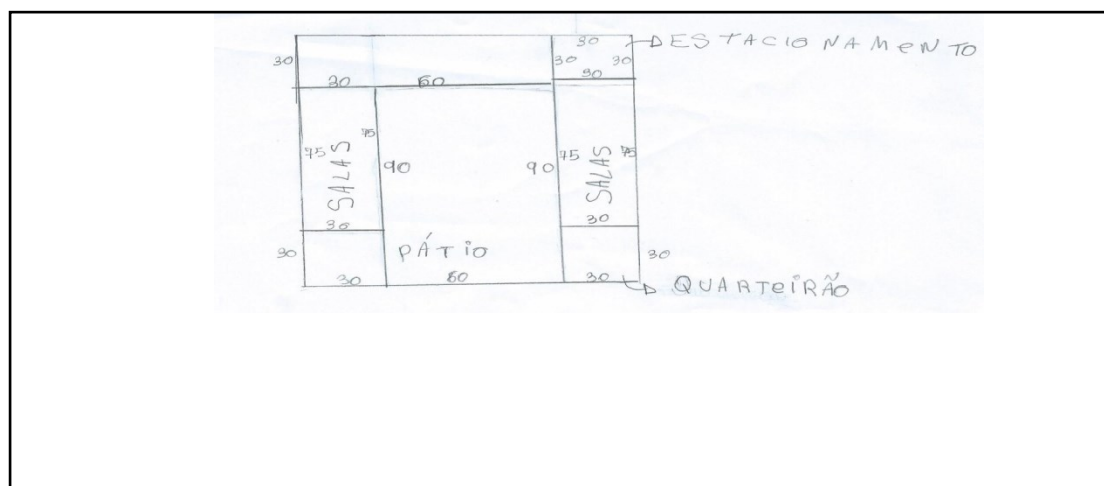


Figura 53- Desenho da maquete com as medidas

Fonte: Alunos Bruno e Carlos

A partir da análise desta atividade, é possível observar que os alunos Bruno e Carlos se prenderam às informações dadas pela figura. Isso nos mostra que a apreensão perceptiva se manteve mais presente do que a discursiva. Na resolução dessa atividade, observaram-se as seguintes articulações:

- a) a articulação entre a apreensão perceptiva e a apreensão operatória;
- b) a articulação entre a apreensão perceptiva e a apreensão discursiva;

A visualização é o resultado da articulação entre a apreensão perceptiva e a apreensão operatória. Por meio dela, o aluno pode identificar as formas na maquete. A apreensão perceptiva e a apreensão discursiva também apareceram articuladas nessa tarefa, resultando na chamada figura geométrica. O aluno precisou interpretar as perguntas da situação problema e fazer as relações necessárias para efetuar os cálculos de perímetros e cálculos de áreas.

Na utilização do *software* para a construção da figura, seja ela em 2D ou no 3D existe articulação entre a apreensão operatória e a sequencial. Essa articulação é devida à necessidade dos alunos de seguirem etapas de construção das figuras. Eles inicialmente precisam conhecer as ferramentas existentes no *software* e, mentalmente, precisam mobilizar tratamentos diferentes para cada apreensão. O dinamismo oportunizado pelo *software* de arrastar as figuras na tela para a construção das figuras e as operações necessárias para o cálculo do perímetro ou das áreas pedidas nas situações problemas, favorece uma visão ampla de toda a atividade, diminuindo inclusive os possíveis erros de cálculos matemáticos.

As atividades e dinâmicas desenvolvidas durante o projeto proporcionaram momentos enriquecedores tanto para os pesquisadores quanto para os alunos que participaram, uma vez que o trabalho com o software de geometria dinâmica proporcionou aos alunos experimentar, analisar, descobrir os conceitos estudados. As discussões foram: os alunos aprenderam, por meio da análise e experimentações, as discussões e registros fundamentais para sanar possíveis falhas no aprendizado, mostrando para os professores-pesquisadores o que ainda precisava melhorar no ensino dos alunos.

Avaliando o projeto, de forma geral, é possível destacar que ele ocorreu da melhor forma possível, de acordo com as possibilidades e realidade do ambiente que estava inserido. Foram adequados horários e forma de trabalho que dessem melhores condições para ocorrerem as atividades; contudo, consideramos que ainda são necessárias muitas

mudanças tais como a disponibilização de uma internet melhor, a melhoria e a manutenção das máquinas dos laboratórios e maior disponibilidade e envolvimento dos professores regentes da turma. Os alunos tiveram uma boa aceitação das dinâmicas, mas nem todos os alunos se envolveram de forma esperada, o que foi natural já que as pessoas têm afinidades diferentes.

O questionário proposto ao final do projeto nos repassou as seguintes informações:

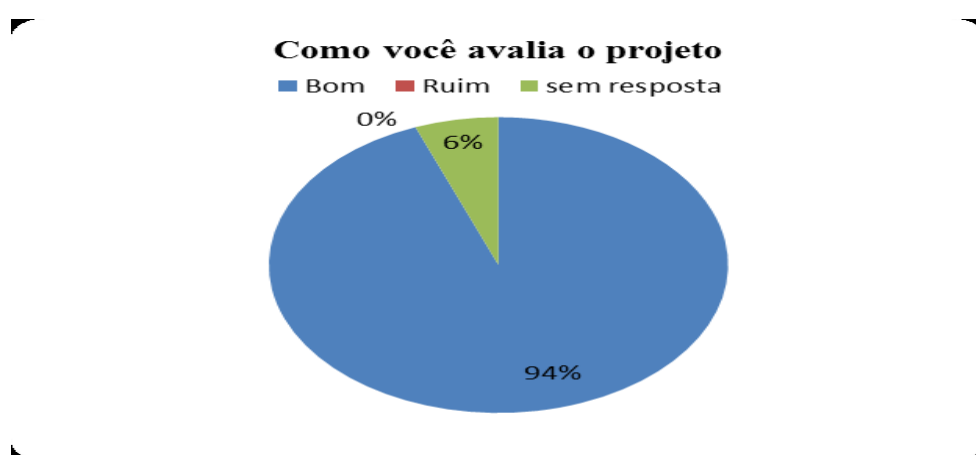


Gráfico 4: Respostas dos alunos ao questionário final: Como você avalia o projeto?

Fonte: elaborado pela autora

Segundo os alunos, o projeto foi muito bom, e trouxe grandes contribuições para o aprendizado deles. De acordo com os relatos colhidos pela pesquisadora.

Relato do aluno: “Na minha opinião, o projeto é muito legal, eu aprendi muito e com ele eu até ensino para algumas pessoas, mas o mais legal foi aprender brincando”

Relato do aluno: “Foi bom, tipo porque se a gente não entende alguma coisa a informática ajuda a entender.”

Relato do aluno: “Bom, pois as escolas públicas não têm.”

Relato do aluno: “Eu avalio bom, legal porque eu aprendi muitas coisas legais, brinquei, fiz um blog com os meus colegas e gostei muito.”

Relato do aluno: “Eu gostei muito, me ajudou muito no meu aprendizado, me ajudou também no desenvolvimento na minha vida.”

Relato do aluno: “Bom, porque você aprende bastante coisa, mas eu acho que deveria ensinar como digitar sem olhar e mais rápido, mas eu gostei de tudo.”
OLIVEIRA (2016, p. 119):

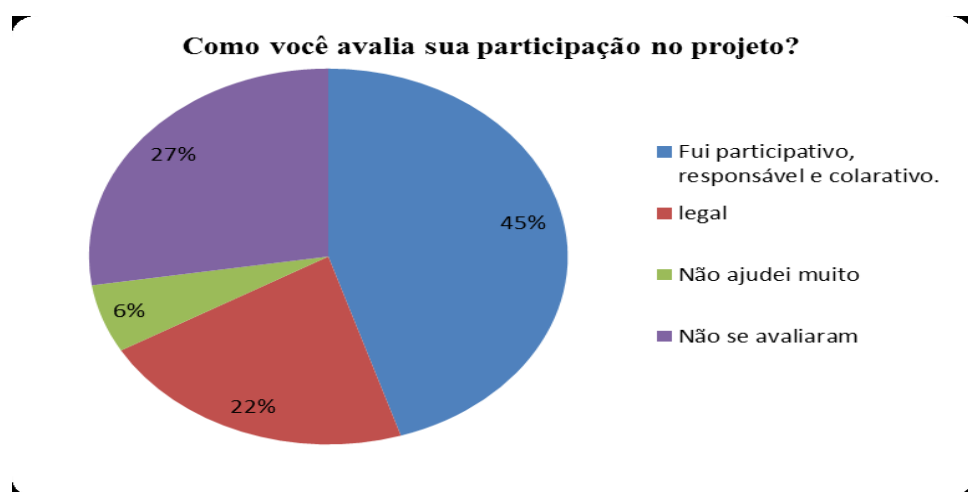


Gráfico 5: Avaliação do projeto pelos alunos

Fonte: elaborado pela autora

A auto avaliação dos alunos foi positiva, uma vez que 45% dos alunos entenderam que sua participação foi boa, sendo responsável e colaborativo. Porém, houve um número considerável de alunos que não se auto avaliaram, representando 27% dos alunos. No entanto, 22% dos alunos acharam que o seu compromisso com o projeto foi bom, legal.

No entendimento dos alunos, um estudante participativo é aquele que faz todas as atividades, está sempre presente, não conversa durante as explicações. Essas qualidades foram destacadas também pela pesquisadora Oliveira (2016) que trouxe, em sua pesquisa, relatos dos alunos sobre como ser um aluno participativo.

Relato do aluno: “Eu avalio nota 10 a minha participação, não falto a nenhuma aula, por isso estou aprendendo bastante.”

Relato do aluno: “Eu avalio minha participação como prestativa, eu estive presente em quase todas as aulas. Em todas elas, eu prestei muita atenção e fazia as atividades tudo certo.”

Relato do aluno: “Eu avalio minha participação como muito importante, pois eu ajudo os outros integrantes do grupo e eles me ajudam e assim o grupo se ajuda.”

Relato do aluno: “Eu me avalio bem, pois vendo a gente fazer com respeito e atenção, a professora nunca ia chamar nossa atenção.”

Já 22% dos alunos apenas mencionaram que a participação foi boa e legal, apenas duas respostas vieram com justificativa.

Relato do aluno: “Boa e foi bem legal, antes eu não gostava muito de Matemática, depois da ideia, gostei bastante.

Relato do aluno: “Eu participei de todas as atividades, menos em duas, por isso acho que minha participação foi boa.”

Uma pequena porcentagem dos alunos (6%) afirmaram que não tiveram um bom desempenho no projeto, justificando da seguinte forma:

Relato do aluno: “Mais ou menos, pois eu não aprendi muito sobre *blog* e GeoGebra.” (OLIVEIRA, 2016, p. 120)

Para os alunos participantes do projeto, o *software* GeoGebra colaborou para o processo de construção do conhecimento geométrico. É possível dizer que está cognição está envolvendo a linguagem matemática, a memória e o raciocínio matemático.

A professora regente das turmas também respondeu a um questionário no final do projeto. Este questionário foi aberto, no qual ela fez análises sobre o comportamento do grupo de alunos participantes do projeto, sobre as reações dos alunos nos dias que aconteciam o projeto, sobre as possíveis modificações em seus planejamentos para que ocorresse o projeto e a avaliação dela do projeto e se o mesmo interferiu no raciocínio ou no entendimento dos conceitos matemáticos.

Comentários dos alunos sobre o projeto: “Os alunos sempre comentavam as novidades que aprendem e associam esses conhecimentos com as atividades de sala de aula e/ou com as atividades e jogos que fazem em casa”.

Raciocínio matemático: “Houve melhora, principalmente nos conteúdos referentes à área de geometria, com os estudos das formas geométricas planas e espaciais, quanto ao reconhecimento das formas e principalmente a identificação das propriedades das formas”.

Comportamento: “Houve várias modificações comportamentais nesse período (durante a execução do projeto), principalmente relacionada com o trabalho em grupo; aconteceram situações de ajuda e também de rivalidades”.

Planejamento: “Na verdade, foi tudo muito tranquilo. Com os horários do laboratório em mãos, consegui inserir com sucesso essas aulas em meus planejamentos, de forma que não prejudicassem os conteúdos do currículo”.

Críticas e/ou sugestões: “Achei tudo muito legal. Tenho certeza que, a cada ano, as melhoras são consequências de um trabalho feito com dedicação”.
(QUESTIONÁRIO RESPONDIDO PELA PROFESSORA REGENTE, 2015)

Com a análise destes trechos destacados, do questionário respondido pela professora regente, houve uma melhora significativa dos alunos participantes do projeto. Tanto comportamental - relacionada aos trabalhos em grupo - ou nas tomadas de decisões que envolviam a liderança, como também relacionado ao raciocínio matemático.

Deste trecho destacado do questionário, o mais importante para nossa pesquisa está relacionado ao raciocínio matemático. A fala da educadora foi esclarecedora, além de apresentar também a opinião de outro participante do projeto. A professora regente acompanha a turma em seu dia a dia, e por ter esse contato mais próximo dos alunos, tem uma maior propriedade em discutir sobre se houve ou não melhora efetiva no raciocínio lógico dos alunos após a realização do projeto, ou seja, após a utilização do *software* de geometria dinâmica na resolução de atividades de geometria.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há uma preocupação em se resgatar o ensino da geometria como uma das áreas fundamentais da matemática. Para isso, muitos estudiosos dedicam-se à reflexão, à elaboração, implementação e avaliação de alternativas que busquem superar as dificuldades que, muitas vezes, são encontradas na abordagem desse tema, principalmente pelos professores em sala de aula.

Nesse sentido, este trabalho propôs-se a elaborar e analisar a aplicação de atividades relacionadas ao estudo da geometria para alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental I com o uso de um *software* de geometria dinâmica. Essas atividades se mostraram essenciais para que o aluno tenha a percepção de espaço, interprete esse espaço e sua representação de posição e de movimentação nele. Nesse processo, os pesquisadores atentam para a importância dos processos cognitivos existentes para o êxito do aluno nas atividades escolares, não só aquelas ligadas à matemática, mas a todas as outras áreas de estudo.

O objetivo desse trabalho foi compreender qual a viabilidade do trabalho com o *software* de Geometria Dinâmica no processo de ensinar e aprender Geometria no 5º ano do Ensino Fundamental em uma escola pública. A análise do desenvolvimento das atividades permitiu o alcance do objetivo proposto, haja vista que o *software* desempenhou um papel chave na aprendizagem da geometria, se mostrou fundamental para o desenvolvimento do pensamento cognitivo matemático, melhorando o aprendizado resultante em todas as atividades.

No conjunto de atividades elaborado pelo grupo de pesquisadores, o resultado da análise mostrou que o potencial do *software* de geometria dinâmica pode estar integrado às apreensões de uma figura na resolução de problemas em geometria. O que se percebeu também foi que, dependendo do tipo de atividade, uma apreensão pode ser mais requisitada do que outras. No entanto, todas participam simultaneamente. Um aspecto observado com o desenvolvimento da pesquisa foi com relação às articulações entre as quatro apreensões.

Em relação ao grupo de pesquisadores, o trabalho coletivo mostrou-se produtivo, pois a relação entre a professora regente e o grupo de pesquisadores foi complementar, uma vez que as atividades desenvolvidas no GeoGebra contemplavam os conteúdos curriculares que eram desenvolvidos em sala, facilitando o desenvolvimento das

atividades de sala de aula e melhorando o resultado das atividades avaliativas como relatou a professora regente.

A respeito dos pesquisadores, os estudos diferentes, seja sobre *blogs* ou sobre o GeoGebra mostraram-se complementares. Os conteúdos desenvolvidos no GeoGebra eram o material que os alunos utilizaram na maioria das postagens e estas postagens foram analisadas com diferentes olhares, ora pela pesquisadora deste trabalho, ora por Oliveira (2016) sobre o uso dos *blogs* no ensino e aprendizagem dos alunos de quinto ano.

Quando aparece a chamada visualização, que é a articulação entre as apreensões perceptiva e operatória, percebe-se que a apreensão perceptiva é determinante para o sucesso ou fracasso da apreensão operatória. Ao construir uma figura, ou identificar propriedades de uma figura em uma foto, por exemplo, quando acriança, num primeiro olhar, identifica os contornos fechados da figura e classifica-a no espaço, a sua apreensão perceptiva auxilia a identificação. A mesma apreensão perceptiva será responsável pelo sucesso na execução da atividade quando o seu olhar for mais aprimorado.

Outro aspecto observado no desenvolvimento das atividades foi quanto à articulação entre a apreensão perceptiva e a discursiva. Embora a apreensão perceptiva tenha sido e seja considerada pelos estudiosos como determinante para a resolução dos problemas geométricos apresentados aqui, a apreensão discursiva foi também determinante para que o aluno aperfeiçoasse o olhar para conseguir ver propriedades de uma figura geométrica que não aparecem à primeira vista. Foi importante analisar a forma escrita dos alunos e a linguagem oral utilizada, o que permitiu a pesquisadora compreender qual conhecimento individual tinha cada aluno sobre as questões que foram trabalhadas nesta pesquisa.

Segundo Duval (2015, p.8), “a compreensão em matemática, aliás, em todos os domínios do conhecimento, implica sempre, coordenação entre linguagem e um ou mais tipos de representações visuais.” O *software* de geometria dinâmica, o uso dos *blogs*, a robótica vieram a auxiliar a compreensão dos conceitos estudados nesta pesquisa com os alunos do quinto ano, de forma a complementar o ensino e a aprendizagem em geometria, juntamente com os professores das turmas.

A desconstrução dimensional das formas, que é importante cognitivamente para as crianças de todas as idades, algo que é implícito, dos conceitos e definições em geometria foi trabalhada na maioria das atividades desenvolvidas.

Duval (2012) nos alerta sobre a importância da atividade matemática, de poder mobilizar muitos registros de representação semiótica (figuras, gráficos, escrituras

simbólicas, língua natural, etc.) no decorrer de um mesmo passo, poder escolher um registro no lugar do outro. E, independente de toda comodidade de tratamento, o recurso a vários registros parece mesmo uma condição necessária para que os objetos matemáticos não sejam confundidos com suas representações e que também possam ser reconhecidos em cada uma de suas representações. Neste sentido, foi trabalhado o conceito de retas, semirretas, ângulos, polígonos, poliedros e corpos redondos de diferentes maneiras, isso foi percebido na análise dos episódios apresentados, a fim que o aluno conseguisse cognitivamente diminuir suas dificuldades em ter uma boa aprendizagem em matemática.

Ainda com relação à apreensão discursiva, torna-se necessário que o professor, nessas questões, introduza a linguagem correta pertinente – planos, paralelos, vértices, segmentos de reta, entre outros.

Foi observado também a dificuldade do uso do laboratório de informática pelos professores regentes. Eles foram peças importantes para o desenvolvimento desta pesquisa, no entanto, devido a essas observações, uso do *software* de geometria dinâmica seria apropriado após um curso de capacitação por parte dos professores do ensino fundamental, para que os mesmos tenham maior segurança em desenvolver as atividades. Uma opção seria uma oficina, ou curso preparatório sobre como usar o *software*, especificamente, para os professores dos anos iniciais, uma vez que este curso já foi ministrado no centro de formação de professores municipais, porém, para os educadores do ensino fundamental II. Uma segunda opção seria que houvesse uma disciplina específica sobre o uso de tecnologias nos cursos de pedagogia, em específico, para o uso do GeoGebra.

Durante as atividades, os alunos por sua vez, demonstraram curiosidade, facilidade no manuseio, perfeito domínio em todas as etapas das atividades. Houve parceria entre as duplas em todas as atividades.

Finalmente, tendo-se em vista o questionamento do problema que se apresentou para orientar o trabalho, qual seja: “compreender qual a viabilidade do trabalho com o software de Geometria Dinâmica no processo de ensinar e aprender Geometria no 5º ano do Ensino Fundamental em uma escola pública?”, pode-se afirmar que é viável o uso do *software* de Geometria Dinâmica. Cabe ao professor selecionar atividades que contemplem tanto apreensões quanto capacidades, de maneira que essa integração se dê de forma efetiva. A análise das atividades mostrou o quanto o uso do *software* instigou os alunos a terem confiança diante de uma situação problema, de tomar iniciativa e buscarem

a solução. Eles mostraram confiança na capacidade de analisar e iniciativa para enfrentar algo novo ou desconhecido.

Duval (2015, p.5) afirma que, para poder aprender em matemática, é preciso fazer por si mesmo, ou seja, é um tipo de conhecimento cuja prática permanece eminentemente individual. Por esse motivo, a ação interativa com o *software* de geometria dinâmica pode ser um facilitador da apreensão dos conceitos matemáticos. A partir do momento em que o aluno consegue fazer descobertas, dar contraexemplos, ele é capaz de ter sucesso na autonomia no que concerne à atividade matemática.

Os resultados deste estudo são importantes tanto para os professores dos anos iniciais quanto para os professores dos anos finais do Ensino Fundamental. A análise das atividades mostra aos professores algumas possibilidades de estratégias de uso das tecnologias computacionais, seja com o uso dos *blogs*, com o uso da robótica ou com o *software* de geometria dinâmica. Estas atividades foram apresentadas no capítulo três desta dissertação e podem ser consideradas como o produto final desta pesquisa, pois apresentam detalhadamente as questões e o passo a passo de suas construções no *software* contidas nos anexos desta pesquisa. No entanto, foi construído um blog com todas as atividades, intitulado GeoGebra no ensino fundamental⁴³.

As pesquisas sobre o trabalho com Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação - TDIC no processo de ensinar e aprender Matemática nas series iniciais do ensino fundamental é incipiente e este estudo apontou alguns caminhos sobre a potencialidade dos alunos do quinto do ensino fundamental para utilizarem um software de geometria dinâmica no seu processo de construção do conhecimento sobre geometria.

Nesta investigação observamos a complexidade de se implementar atividades educativas com as TDIC no processo de ensinar e aprender geometria no início do processo de escolarização e nos questionamos sobre as possibilidades reais de tornar esta prática educativa presente em um grande número de escolas.

As poucas pesquisas que existem com o trabalho educativo com o software de geometria dinâmica estão direcionadas para os estudantes do anos finais do ensino fundamental ou do ensino médio. As propostas de formação inicial e continuada de professores com este software geralmente ocorrem para professores licenciados em Matemática.

⁴³<http://geogebraensinofundamental.blogspot.com.br/> endereço do Blog .

Sabemos da complexidade da utilização das TDIC na formação inicial e continuada de professores para atuarem no processo de ensino e aprendizagem da Matemática nas séries iniciais do ensino fundamental. O nosso caminho de pesquisa no leva ao desafio de que devemos aprimorar as atividades educativas implementas e realizar um processo reflexivo e formativo com esses professores. A expectativa é que, ao término desta investigação, tenham sido apresentadas aos professores algumas possibilidades de atividades integradas, no sentido de contribuir para o trabalho em sala de aula, para as pesquisas da área e sinalizar possibilidades de novos estudos.

REFERÊNCIAS

ABRANTES, P. Investigações em Geometria na sala de aula. In E. Veloso, H. Fonseca, J. Ponte e P. Abrantes (Orgs), **Ensino da geometria ao virar do milénio**. Lisboa: Departamento de Educação da Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa.1999.p. 51-62.

ALVARENGA, C. E. A. **Autoeficácia de professores para utilizarem tecnologias de informática no ensino**. Tese (doutorado) Universidade Estadual de Campinas-Faculdade de Educação, SP; [s.n], 2011.

ALVES, Rosimar Pires. ARAÚJO. Doracina Aparecida de castro. **Planejamento: organização, reflexão e ação da prática docente**. Periódicos da UEMS. P. 389-396. 2009. Disponível em: http://periodicos.uems.br/novo/index.php/anaispba/article/viewFile/184/118_pesquisado_em_12/11/15.

BARBOSA, Fernando da Costa. **Educação e robótica educacional na escola pública: as artes do fazer**. Dissertação de Mestrado Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Uberlândia, 2011.

BARTON, E. J.; ASCIONE, F.R. Direct observation. In: OLLENDICK, T. H.; HERSEN, M. **Child behavioral assessment: principles and procedures**. New York: Pergamon Press, 1984. p. 166-194.

BOEIRA, A. F. **A linguagem em blog educativo e o processo de aprendizagem**. Dissertação de mestrado Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós- Graduação em Educação, 2011.

BRANDÃO. Ana Carolina e SELVA. Ana Coelho V. O livro didático na educação infantil: reflexão versus repetição na resolução de problemas matemáticos. Revista educação e Pesquisa, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 69-83, jul./dez. 1999. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/ep/v25n2/v25n2a06.pdf>>Acessado em 15/10/2015. <https://doi.org/10.1590/S1517-97021999000200006>

BRASIL. **Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais**: Introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília : MEC/SEF, 1997. 126p.

CAMPOS, Flavio Rodrigues. **Robótica Pedagógica e Inovação Educacional**: Uma Experiência no Uso de Novas Tecnologias na Sala de Aula. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado, 2005.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Educação Matemática da Teoria a Prática**. (Coleção Perspectivas em Educação Matemática). Campinas, SP: Papyrus, 1996.

DAMASCO. J. Registros de Representação Semiótica e o Geogebra:um ensaio para o ensino de funções trigonométricas. Dissertação (mestrado) apresentado a Universidade

Federal de Santa Catarina no Programa de pós-graduação em educação científica e Tecnológica. 2010

DANNA, M. F.; MATOS, M. A. **Aprendendo a observar**. São Paulo: Edicon, 2006.

DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS GERAIS DA EDUCAÇÃO BÁSICA/ Ministério da Educação. Secretária de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. – Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

DOMINGUES, Mauro Roberto de Souza. OLIVEIRA, Ney Cristina Monteiro de. A Avaliação Externa na Educação Básica e suas Implicações. **Revista Encontro de Pesquisa em Educação** Uberaba, v. 1, n.1, p.38-50, 2013. Disponível em: <http://www.revistas.uniube.br/index.php/anais/article/view/671/968> Acesso em 23.out.2015.

_____. A avaliação externa na educação básica e suas implicações. **Trab42**, evt2012, SBEC. 2012.

DUVAL, R. Geometry from a Cognitive Point of View. In: C. Mammana e V. Villani (editores), **Perspectives on the Teaching of Geometry for the 21st Century**, Dordrecht-Boston-London: Kluwer Academic Publishers, 1998.p. 37-52

_____. **La Géométrie et les Variables de Visualisation**, 1997.

_____. Registros de representações semiótica e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática. In: **Aprendizagem em matemática: registros de representação semiótica**. Org, de Silvia Dias Alcântara Machado,. Campinas, São Paulo: Papirus, 2003.p.11- 33.

_____.Abordagem cognitiva de problemas de geometria em termos de congruência.Revemat: **R. Eletr. De Edu. Matem.** elSSN 1981-1322. Florianópolis, v.07, n.1, p. 118-138, 2012a. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5007/1981-1322.2012v7n1p118> Acesso em: 17 out.2015.

_____.Registros de Representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento. **Revemat: R. Eletr. De Edu. Matem.** elSSN 1981-1322. Florianópolis, v.07, n.2, p. 266-297, 2012b. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5007/1981-1322.2012v7n2p266> Acesso em: 17 out.2015.

_____.Mudanças, em curso e futuras, dos sistemas educacionais: Desafios e marcas dos anos 1060 aos anos. 2030! **Revemat: R. Eletr. De Edu. Matem.** elSSN 1981-1322. Florianópolis, v.10, n.1, 2015.p.1-23. Disponível em:<http://dx.doi.org/10.5007/1981-1322.2015v10n1p1> Acesso em: 17 out.2015. <https://doi.org/10.5007/1981-1322.2015v10n1p1>

_____.Representation, Vision and Visualization: Cognitive Functions in Mathematical Thinking. Basic Issues for Learning. In: PME 21, México. **Anais**, México, vol.1, 1999. p. 3-26

_____. **Semiósis e pensamento humano: registros semióticos e aprendizagens intelectuais.** Trad. De Lênio Fernandes Levy e Maria Rosâni Abreu da Silveira. **Coleção Textos da Ciência.** São Paulo: Livraria da Física, fascículo 1. 2004.

_____. Registros de representações semióticas e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática. In: Machado, Silvia Dias Alcântara (org.). **Aprendizagem em Matemática: registros de representações semiótica.** 4. Ed. Campinas: Papirus. 2003.

_____. **Semiósis e pensamento humano: registros semióticos e aprendizagens intelectuais.** São Paulo: Livraria da Física, 2009.

_____. **Semiosis y Pensamiento Humano-** Registros Semioticos Y Aprendizajes Intelectuales. Colombia: Universidad del Valle, 1999.

_____. **Ver e ensinar a Matemática de outra forma:** entrar no modo matemático de pensar os registros de representações semióticas. Tradução de Marlene Alves Dias. São Paulo: PROEM, 2011.

FISCHBEIN, E. **The theory of figural concepts. Educational studies in Mathematics,** 24 (2), 1993. Tradução para o espanhol por Victor Larios Osorio, México, 2002. <https://doi.org/10.1007/BF01273689>

FLORES, C. R. **Geometria e Visualização:** Desenvolvendo a competência heurística através da reconfiguração. Dissertação de Mestrado, Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 1997.

FRANCO, M. A.S. **Pedagogia da Pesquisa-ação. Educação e Pesquisa,** São Paulo, v.31,n.3,p.483-502, set./dez.2005. <https://doi.org/10.1590/S1517-97022005000300011>

FREUDENTHAL, H. **Mathematics as an educational task.** Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1973. https://doi.org/10.1007/978-94-010-2903-2_2

FERREIRA, Emilia Barra et al. **As Demonstrações no Ensino da Geometria:** discussões sobre a formação de professores através do uso de novas tecnologias, Bolema, Rio Claro SP, Ano 22 nº 34, 2009, p. 185 2008 Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igece/matematica/bolema/site34/9%20%As%20Demonstra%C3%A7%C3%B> Acesso em: 16 out 2015.

GOMES, P. N. N. **A robótica educacional como meio para a aprendizagem da matemática no ensino fundamental.** Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Lavras, 2014.

GRAVINA, M. A. Geometria Dinâmica: uma nova abordagem para o aprendizado da geometria, em **Anais do VII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação,** Belo Horizonte, 1996.

GRAVINA, Maria A. **Os ambientes de geometria dinâmica e o pensamento hipotético dedutivo.** Tese de doutorado em Informática na educação, UFRGS. Porto Alegre, 2001.

GUIA DE ELABORAÇÃO DE ITENS. **Centro de Políticas Públicas e Avaliação da Educação** da Universidade Federal de Juiz de Fora, 2008.

HEACOCK, P.; SOUDER, E.; CHASTAIN, J. **Subjects, data and videotapes**. Nursing, v. 45, n. 6, p. 336-338, 1996. <https://doi.org/10.1097/00006199-199611000-00005>

HOFFER, A. **Geometria é mais que prova**. Tradução de Antonio Carlos Brolezzi. Mathematics Teacher, NCTM, v.74, p.11-18, jan. 1981.

Notícia – Disponível em: <http://www.triangulomineiro.com/noticia.aspx?catNot=55&id=8751&nomeCatNot=Turismo> notícia do triângulo: Digitando o Futuro apresenta bons resultados, 29/03/09. Acesso em: 15 jun. 2015.

JANZEN, E. A. **O papel do professor na formação do pensamento matemático de estudantes durante a construção de provas em um ambiente de geometria dinâmica**. Tese apresentada ao curso de Pós-Graduação em Educação, Linha de Educação Matemática, Setor de Educação da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2011.

KENSKI, V. M. **Aprendizagem mediada pela tecnologia**. Revista Diálogo Educacional, Curitiba, v. 4, n. 10, p. 47-56. 2003. <https://doi.org/10.7213/rde.v4i10.6419>

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. Métodos de coleta de dados: observação, entrevista e análise documental. In: _____. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986, p.25-44.

MEDEIROS, Ana Claudia J. P. **Análise das Políticas de Inclusão Digital na rede pública municipal de ensino de Uberlândia no período de 1999-2012**. Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Educação. 2013.

MEDEIROS, M. F. **Geometria Dinâmica no Ensino de Transformações no Plano- uma experiência com professores da educação básica**. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós graduação em matemática.2012

MENEZES, Douglas C. **Desenvolvimento da Cultura Digital na formação inicial do professor de matemática**. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Educação.2014.

MERRIAN, S. B. **Case study Research in Education: a Qualitative Approach**. San Francisco. Jossey Bass. 1998.

MILES, M. B.; HUBERMAN, A.M. **Qualitative Data Analysis: an Expanded Sourcebook**. (2ªed.)London. Sage. 1994.

MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos T.; BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 14ª Ed. Campinas, SP. Papirus. 2008.

MOREIRA, Daniel Augusto. **O método fenomenológico na pesquisa**. São Paulo: Pioneira Thomson. 2002.

MORETTI, M. T.; FLORES, C.R. **As figuras geométricas enquanto suporte para a aprendizagem em geometria**. Um estudo sobre a heurística e a reconfiguração. REVEMAT, Universidade Federal de Santa Catarina, v. 11. 2006.p. 5-13.

NACARATO, A. M. O ensino de Geometria nas séries iniciais. In: **IX Encontro Nacional de Educação Matemática**, 2007, Belo Horizonte. Diálogos entre a pesquisa e a prática educativa. Belo Horizonte : SBEM e SBEM/MG, 2007. v. 1. p. 1-18.

_____. et al. **A geometria nas séries iniciais: uma análise sob a perspectiva da prática pedagógica e da formação de professores**. /Adair Mendes Nacarato, Carmem Lucia Bancaglion Passos. – São Carlos: EdUFSCar. 2003.

NUNES, José Messildo Viana. **A prática da argumentação como método de ensino: o caso dos conceitos de área e perímetro de figuras planas**. 2011. 220 f. Tese (Doutorado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo. 2011.

OLIVEIRA, J. Dissertação: **Estratégias de trabalho com blogs no ensino de geometria em turmas de 5º ano do ensino FUNDAMENTAL**, 2016, apresentada à Faculdade de Ensino de Ciências e Matemática da UFU.

PADILHA, Teresinha Aparecida Faccio. **Conhecimentos geométricos e algébricos a partir da construção de Fractais com o uso do Geogebra**. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências Exatas do Centro Universitário Univates. 2012.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era digital**. Porto Alegre, Artmed. 2008.

PARASURAMAN, A. **Marketing research**. 2. ed. Addison Wesley Publishing Company, 1991.

PRENSKY, M. Digital natives, digital immigrants, Part 1. **On the Horizon**, v.5, n.9, p. 2-6, sept./oct.2001. <https://doi.org/10.1108/10748120110424843>

RANCAN, Grazielle. GIRAFFA, Lúcia Maria Martins. Utilizando manipulação, visualização e tecnologia como suporte ao ensino de geometria. **REnCiMa**, v. 3, n. 1, p. 15-27jan/jul2012. Disponível em: <http://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/viewFile/96/66> Acesso em: 15 jun. 2015.

REY, F. G. **Pesquisa Qualitativa e Subjetividade: os processos de construção da informação**. Tradução [Marcel Aristides Ferrada Silva]. São Paulo: Pioneira Thomson Learning. 2005.

RIBEIRO, A.L. **O papel da escola básica como agência promotora do letramento digital**. E- Hum, Belo Horizonte, v.3, n.1, p. 1-15. 2010.

RODRIGUES, Cláudia. **O uso de blogs como estratégia motivadora para o ensino de escrita na escola**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Estudos da Linguagem. Campinas, SP: [s.n.]. 2008.

SAMPAIO, F.F e SOUZA, G.S. **O modelo de desenvolvimento do pensamento geométrico de van hiele e possíveis contribuições da geometria dinâmica.** Revista de Sistemas de Informação da FSMA n. 5 (2010) p. 69-76.

SANTOS, C. A. e NACARATO, A. M. **A aprendizagem em geometria na educação básica:** a fotografia e a escrita na sala de aula. 1.ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2014.

SILVA, L.C. Pesquisa Documental: alternativa investigativa na formação docente. **IX Congresso Nacional de Educação. III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia.** PUCPR. 26-29 de outubro de 2009.

SILVA, R.M.G. **A possível contribuição da aprendizagem escolar sobre conceitos de química no desenvolvimento intelectual das crianças nas séries iniciais.** Ijuí: Ed. Unijuí, 1998.

SILVA, M. J.da. **Registros de Representações Semióticas no estudo de Sistemas de Equações do Primeiro Grau com Duas Variáveis usando o Software Geogebra.** Dissertação (mestrado) apresentado a Universidade Federal do Rio Grande do Sul-Instituto de Matemática. 2014

STAKE, R.E. Case studies. In: N. K. Denzin e Y. S. Lincoln (ed), **Strategies of Qualitative Inquiry.** Thousand Oaks Sage (86-109), 1998.

VAN HIELE, P. **Structure and Insight.** Orlando: Academic Press, 1986.

VELLOSO, M. P.; GUIMARÃES, M.B. L. A imagem na pesquisa qualitativa em saúde. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, 18 (I) 245-252. 2013
<https://doi.org/10.1590/S1413-81232013000100025>

WERLE, F. O. C. Sistema de avaliação da educação básica no Brasil: abordagem por níveis de segmentação. In: WERLE, F. O. C. (org). **Avaliação em larga escala:** foco na escola. São Leopoldo: Olkos; Brasília: Liber Livro. 2010.

YIN, R. K. **Case study Research. Desing and methods.** (2ªed.) Thousand Oaks Sage. 1994.

ZILLI, Silvana do Rocio. **A Robótica Educacional no Ensino Fundamental:** Perspectivas e Prática. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2004.

ANEXOS

ANEXO 1- PROJETO INICIAL- apresentado à FAPEMIG

TÍTULO: Educação Matemática Digital na Escola Pública

INTRODUÇÃO

O computador já não é uma novidade para muitos alunos. Está presente no cotidiano da escola e/ou de suas residências. É comum observarmos crianças que dominam facilmente desde cedo aparelhos eletrônicos como smartphones, *tablets* e computadores. Segundo Prensky (2001) um dos motivos dos alunos de uma forma geral, terem essas habilidades é que eles são como ele denomina “nativos digitais”. Nasceram em uma época em que o advento de muitas tecnologias já tinha ocorrido, e para estes não foi uma novidade.

Por outro lado, temos professores que admitem ser restrito o uso de tecnologias seja em suas aulas ou mesmo no seu dia a dia. Os próprios educadores reconhecem o interesse latente dos alunos pelas aulas que utilizam as tecnologias de informática. No entanto, há dados que também revelam que, mesmo em escolas com infraestrutura tecnológica, o uso para fins didáticos ainda não é frequente ou não acontece. A falta de habilidade para o uso dessas tecnologias, ou falta de assistência são algumas das justificativas apontadas nos estudos de Alvarenga (2011).

De acordo os Parâmetros Curriculares Nacionais (MEC, 1998):

Conhecer e saber usar as novas tecnologias implica a aprendizagem de procedimentos para utilizá-la se, principalmente, de habilidades relacionadas ao tratamento da informação. Ou seja, aprender a localizar, selecionar, julgar a pertinência, procedência, utilidade, assim como capacidade para criar e comunicar-se por esses meios.

Como nos diz o texto do PCNS conhecer e saber usar as tecnologias implica em “habilidades”, ou seja, dedicação, tempo a mais para preparar as aulas, algo que a maioria dos professores não possui, uma vez que estes fazem dobras⁴⁴ e o seu tempo é extremamente corrido. De Note a Sul encontram-se professores que lecionam em várias escolas, em diversas modalidades e diferentes redes e que também têm outros empregos, que não a docência devido aos baixos salários (FERREIRA, 2010).

O uso de certas tecnologias ainda é muito recente para determinados professores, a sua utilização acaba sendo subutilizada. Não que estejam utilizando de forma errônea, mais sem todo

⁴⁴ Dobra: termo utilizado para designar outro cargo de professor, extensão de carga horária, sem direito a férias remuneradas.

o seu potencial de uso, como exemplo apenas para digitações, ao invés do uso de softwares para auxiliar suas aulas.

Visando promover o acesso à informática como direito dos alunos e, ao mesmo tempo, capacitar professores para se apropriar desse recurso como ferramenta didática a fim de prepararem aulas voltadas para os interesses dos educandos, o MEC (BRASIL, 2009) implantou em nove de abril de 1997, pela Portaria N° 522, o PROINFO – Programa Nacional de Tecnologia Educacional, destinado às escolas públicas brasileiras.

O PROINFO é um programa educacional para promover o uso pedagógico da informática na rede pública de ensino fundamental e médio, para atuar tanto no segmento urbano quanto no segmento rural. O programa leva às escolas computadores, recursos digitais e conteúdos educacionais. Porém, o Distrito Federal, estados e municípios devem garantir a estrutura adequada para receber os laboratórios e capacitar os educadores para usar as máquinas e tecnologias envolvidas. Com o surgimento do PROINFO surge uma questão crucial: como incorporar as novas tecnologias não apenas no manuseio, mas também na utilização pedagógica para provocar impactos positivos na escola? Os equipamentos são valiosos quando incorporados, conscientemente, ao projeto pedagógico da instituição. Na década de 90, o MEC elaborou o Programa “Salto para o Futuro” (MEC, 1998) para estimular a incorporação da informática na educação. De acordo com o programa,

Não se trata de informatizar a parte administrativa da escola (como o controle das notas ou dos registros acadêmicos), ou de ensinar informática para os jovens (eles aprendem sozinhos, fuçando, experimentando, testando sua curiosidade, ou quando precisam usar este ou aquele software ou jogo. O problema está em como estimular os jovens a buscar novas formas de pensar, de procurar e de selecionar informações, de construir seu jeito próprio de trabalhar com o conhecimento e de reconstruí-lo continuamente, atribuindo-lhe novos significados, ditados por seus interesses e necessidades. Como despertar-lhes o prazer e as habilidades da escrita; a curiosidade para buscar dados, trocar informações, atçar-lhes o desejo de enriquecer seu diálogo com o conhecimento sobre outras culturas e pessoas, de construir peças gráficas, de visitar museus, de olhar o mundo além das paredes de sua escola, de seu bairro ou de seu País [...](MEC, 1998, p. 50).

O PROINFO, em conformidade com a Secretaria de Educação a Distância (Seed), “é um marco na democratização do acesso às modernas tecnologias de informática e telecomunicações – a telemática” (MEC, 2000, Prefácio). Com o intuito de embasar o funcionamento do PROINFO, isto é, de estimular a integração dos recursos da informática na formação regular dos alunos, citamos a LDB (LEI N° 9.394/96), os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNSS, 1997) e o Plano Nacional de Educação (LEI N° 10.172). Segundo a LDB (BRASIL, 1996), “a educação [...] tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho”. (art. 2°). Dessa forma, o ensino fundamental tem como objetivo a formação básica do aluno mediante: “a compreensão do ambiente natural e social,

do sistema político, da tecnologia, das artes e dos valores em que se fundamenta a sociedade”. (art. 32, inciso II).

Além do PROINFO, as escolas da rede municipal de Uberlândia contam hoje com o auxílio de outro grande projeto que visa a informática educativa: O DIGITANDO O FUTURO.

Como apresentado:

O Digitando o Futuro evoluiu de um projeto de informatização para a intervenção pedagógica. A curto prazo, resultou na melhoria do desempenho dos alunos e professores, maior interesse pelos conteúdos e diminuição do número de faltas às aulas. “Estamos adquirindo uma liberdade jamais vista na educação”, disse Vivaldi Cunha Filho, coordenador do Programa Digitando o futuro (REPORTAGEM TRIÂNGULO NOTÍCIAS, 2009).

Continuando a reportagem, tem-se a explicação do material assistido pelo programa Digitando o Futuro:

[...] Por meio do “Digitando o Futuro”, 49 escolas municipais receberam laboratórios de informática e passaram a promover inclusão social, via inclusão digital. Graças ao projeto foram implantados laboratórios de informática no Centro Municipal de Estudos e Projetos Educacionais Julieta Diniz (Cemepe) e na Biblioteca Pública Municipal. Ao todo são 51 salas multimídia, cada uma com 20 microcomputadores (em média), com acesso à internet, câmera fotográfica digital, impressoras e aparelhos de ar condicionado. Foram ainda informatizadas 49 bibliotecas escolares, o setor de pesquisas da Biblioteca Pública Municipal e a Biblioteca do Professor, localizada no Cemepe. Com o “Digitando o Futuro” houve uma nova demanda de professores especiais e o desenvolvimento das habilidades profissionais dos usuários em áreas como vídeo, marketing, jornalismo e produção cultural.

Esses dois projetos são assistidos pelo Núcleo de Tecnologia e Educação (NTE) da rede de educação do município de Uberlândia. O NTE conta hoje com 34 escolas na zona urbana e 13 na zona rural. O atendimento presta a manutenção das máquinas do Digitando o Futuro, da internet e eventuais dúvidas dos professores laboratoristas que auxiliam os professores no laboratório de informática das escolas, o PROINFO oferece um contato 0800 para problemas técnicos ou de manutenção das máquinas.

Algumas escolas municipais contam apenas com um dos dois projetos, ou com ambos como é o caso da E. M. Boa Vista, na qual se deseja desenvolver o atual projeto de estudo.

Os Objetos de Aprendizagem (OA) são uma ótima forma de se desenvolver o trabalho com as tecnologias da informação e comunicação (TIC) no ambiente de ensino. Os mesmos constituem-se em recursos, nesse caso, digitais, que auxiliam na aprendizagem do aluno e vem sendo produzidos por muitos grupos, dentre eles, destacamos aqui o RIVED (Rede Interativa Virtual de Educação), um projeto cooperativo internacional entre países da América Latina, que nasceu de uma iniciativa acordada entre Brasil e Estados Unidos sobre o desenvolvimento da tecnologia para uso pedagógico, assinado em 1997 e desenvolvido pelo Ministério de Educação (MEC.).

O propósito do RIVED é melhorar o ensino de Ciências e Matemática no ensino médio, aproveitando o potencial das Tecnologias de Informática e da Comunicação – TIC e também a produção de conteúdos pedagógicos digitais, na forma de Objetos de Aprendizagem (OA), para as diferentes áreas de conhecimento, com o intuito de melhorar as condições de ensino/aprendizagem e incentivar a utilização de novas tecnologias nas escolas (SILVA.; FERNANDEZ, 2007). Por meio do projeto RIVED, têm sido disponibilizados em repositórios vários Objetos de Aprendizagem.

Além disso, esse projeto tem como objetivo:

criar nos envolvidos no projeto uma postura ativa que os leve a abandonar aquela que os faz serem simples consumidores de tecnologia, trazendo assim um diferencial na sua formação acadêmica. De acordo com tais preceitos, buscamos, na construção de materiais didáticos digitais, evitar imagens estáticas, pouco interatividade, atividades pouco significativas para os alunos e atividades pouco desafiadoras (SILVA; FERNANDEZ, 2007, p. 33).

Tendo em vista a importância de se desenvolver um trabalho sério com as TIC, não as transformando em mais um recurso de ensino-aprendizagem fracassado pela falta de conhecimento e/ou de planejamento, é que o projeto a ser realizada terá como foco criar Objetos de Aprendizagem (OA) e estratégias diferenciadas de ensino e aprendizagem, bem como, desenvolver políticas de formação docente para a elaboração de estratégias e orientações sobre o uso diferenciado de tecnologias na prática pedagógica na escola envolvida.

Entendendo melhor o que são Objetos de Aprendizagem:

O termo Objeto de Aprendizagem começou a ser utilizado há aproximadamente 17 anos, com Wayne Hodgins em 1992. Ele estava observando um de seus filhos brincando com blocos de Lego enquanto refletia a respeito de estratégias de ensino. Foi então que percebeu, diante desta situação, que era preciso construir blocos de ensino capazes de se conectarem e que expressassem uma série de conteúdos de ensino. Ele utilizou o termo “Objeto de Aprendizagem” para identificar tais blocos instrucionais.

O estudo sobre Objetos de Aprendizagem ainda é recente, o que pode ser um dos fatores que dificultam um consenso na sua definição.

Os Objetos de Aprendizagem podem ser compreendidos como “qualquer recurso digital que possa ser reutilizado para o suporte ao ensino” (WILEY, 2000 apud MACÊDO, et al. 2007, p.20). O RIVED define como “...atividades multimídia, interativas, na forma de **animações e simulações**”. (RIVED, 2009).

Para nós, esta proposta do RIVED de atividades simulatórias encaixa-se perfeitamente ao estudo da matemática como algo dinâmico e criativo, pois pressupõe uma argumentação matemática, comumente conhecida como Modelagem Matemática. Pensamos e pesquisamos neste paradigma de argumentação, pois, acreditamos que os professores de Matemática, que veem na profissão de educador um mundo melhor, esperam que os alunos consigam interpretar os fenômenos naturais e sociais inerentes a eles com o auxílio da Matemática. Mas, muitas vezes, os docentes não conseguem estimular os alunos a uma compreensão da referida disciplina em um nível de abstração que represente a realidade que os cercam, seja pela metodologia empregada, pela falta de tempo para pesquisa, ou até mesmo o desestímulo à precária situação de trabalho a que é submetido.

Neste sentido, é imprescindível buscar uma estratégia que abarque em nossos alunos uma ligação entre o real e o conhecimento matemático que eles detêm, e ao mesmo tempo não se distanciar tanto da realidade que é imposta ao professor. Se destacarmos as questões relativas ao ensino da Matemática envolvendo a realidade do aluno e o currículo escolar da disciplina referida, a estratégia a ser empregada pode, muito bem, ser a Modelagem Matemática, pois, a “alma” dela consiste em transpor um problema real para o universo matemático. Mas, isto só ocorrerá se dermos uma atenção especial ao plano pedagógico, pois, ela tem como alicerce a Matemática Aplicada.

O desenvolvimento da metodologia Modelagem Matemática segue algumas orientações:

1. **Escolha do Tema:** É utilizada para desenvolver o conteúdo programático, sendo necessário levar em consideração a realidade socioeconômica do aluno bem como seus interesses e metas, a fim de ter o apoio e a motivação do mesmo. Ele pode ser único ou múltiplo a cada tópico matemático do programa ou conteúdo de um período letivo (bimestre, semestre).
2. **Coleta de Dados:** Considerando a disponibilidade dos alunos para o trabalho extraclasse busca-se informações relacionadas com o tema, sendo através de pesquisa e entrevista, ou através de pesquisa bibliográfica, ou ainda através de experiências programadas pelos próprios alunos.
3. **Formulação de Modelos:** O estudo dos dados obtidos possibilita a formulação de hipóteses restritas ao grau de conhecimento matemático que os alunos possuem.
4. **Resolução Parcial das Questões:** Utilizando recursos da matemática, procura-se uma solução do problema matemático formulado.

5. **Validação:** Submeter o resultado à experimentação controlada, verificando, assim, a adequação do modelo à realidade. (BASSANEZI, 2002 p. 26-46; BIEMBENGUT & HEIN, 2003, p.19-26).

Assim, os Objetos de Aprendizagem passam a ser parte concreta de um pensamento matemático vislumbrado de uma dada realidade, o que propicia sabor à aprendizagem Matemática, por se tratar de parte do real e não somente uma abstração conceitual.

OBJETIVOS

A matemática diferente das demais disciplinas possui um leque de opções de softwares livres para o uso pedagógico, mais o seu uso sistematizado e diário é algo que está bem distante de ocorrer.

Devido a essa dificuldade em relacionar o uso pedagógico de softwares ou outros acessórios da informática educativa, percebe-se a necessidade de sistematização dos saberes constituído nas práticas dos docentes, afim de que se construa um suporte aos profissionais da educação fundamental e os orientem, de forma a ajustar suas práticas, para atuar significativamente no processo de ensino e aprendizagem. Como argumenta o pesquisador Jean Carlo:

Pensamos que esse processo de informatização das escolas públicas, bem como a capacitação dos professores já ativos, deva ser acompanhado e estudado constantemente, para que se aprimorem os métodos de ensino baseados no uso desses computadores e a eficiência dos professores diante dessas novas tecnologias.” (SILVA, 2005, p.....)

O presente estudo tem como objetivo desenvolver uma pesquisa que permita criar estratégias diferenciadas de ensino e aprendizagem para a elaboração de estratégias sobre o uso de tecnologias na prática pedagógica de ensinar e aprender matemática na escola pública. Desenvolver objetos de aprendizagem que atraiam os alunos, que os deixem instigados pelo desconhecido e que aos poucos estes construam o seu próprio conhecimento com seus erros e acertos, para que o laboratório de informática deixe de ser apenas resolução de exercícios informatizados e tediosos.

Seguindo o raciocínio anteriormente sugerido, tem - se como objetivos específicos:

- Criação de Oficinas para “estudo dos professores” da instituição pesquisada, quanto ao uso das novas mídias educativas, visando condições de oferecer estrutura para planejamento do uso didático das tecnologias.
- Criação de softwares matemáticos, Objetos de Aprendizagem, que atendam os conteúdos sugeridos pelos professores do ensino fundamental de fácil manuseio.

- Disponibilizar o material pedagógico, criado em ambiente virtual (sítio apropriado) para pesquisa dos professores.
- A longo prazo, estudar os resultados do “estímulo” dado aos professores em questão quanto ao uso do laboratório. Verificando se houve ou não melhora na forma de utilização do laboratório de informática educativa, quanto às dificuldades em manuseio de tais tecnologias.

JUSTIFICATIVA

As salas informatizadas estão presentes nas escolas, isso já é sabido por todos devido aos projetos de incentivo a informatização das escolas, no entanto, será isso o suficiente para se ter um ensino de qualidade onde o indivíduo consegue se formar crítico, consciente dos seus deveres de cidadão e do uso consciente das novas tecnologias? Ou mesmo os professores, tem segurança no uso dessas tecnologias, na sua capacidade de utilizar tais mídias educacionais no processo de ensino e aprendizagem?

Discutindo esse tema a pesquisa de Alvarenga (2011, p.15):

[...] a autora verificou que os professores ainda não têm clareza do que significa desenvolver atividades nos ambientes virtuais. A maior parte das atividades observadas aplicadas pelos professores no laboratório de informática eram simplesmente transportas da prática presencial, ou das aulas tradicionais, para a digital, focando a memorização e a reprodução do conhecimento. Metodologias voltadas para o favorecimento da descoberta, para a redefinição e a produção individual e/ou coletiva do conhecimento não foram presenciadas.

É necessário estabelecer metas de ajustes educacionais. Fornecer os computadores e uma sala de multimídia, não é suficiente para mudar a educação brasileira. Precisa-se mais que isso, precisa investir no processo de ensino-aprendizagem, no educador, para que este acompanhe a velocidade que o conhecimento é atualizado, para assim despertar um interesse do educando.

METODOLOGIA E CRONOGRAMA

A presença da informática nos domínios da atividade humana e em particular nas atividades escolares apresenta-se como uma questão central da entrada das novas mídias na escola e está relacionada com o professor. Faz-se ressurgir uma nova forma de interação entre professores e alunos, vivendo as incertezas e certezas da necessidade de um trabalho qualitativo e coletivo no âmbito escolar.

Fiorentini, Souza Jr e Melo (1998), ao conceberem o professor como profissional reflexivo e investigador de sua prática, discutem os tipos de saberes fundamentais à profissão

docente e sobre a natureza desses saberes no processo de produção e investigação da prática pedagógica. Argumentam, no final do artigo, que o desafio está em produzir ações, onde se articulem os saberes dos professores do ensino fundamental e médio e dos universitários (formadores de professores). Por um lado, explicitam que:

Os professores do ensino fundamental e médio poderiam organizar-se em grupos de estudo/pesquisa de modo a buscar coletivamente e reflexivamente a superação de suas práticas curriculares, promovendo assim o próprio desenvolvimento profissional. Em relação aos “acadêmicos” defendem que: “Os professores universitários que trabalham e investigam a formação continuada poderiam formar parcerias com os professores do ensino médio e fundamental [...]”.

Entendemos que fazer um trabalho colaborativo implica um trabalho de parceria que visa dialogar sobre/no cotidiano escolar. Buscando romper com a dicotomia entre pesquisadores e professores, Zeichner (1998, 21) afirma que este “é um importante caminho para superar a divisão entre acadêmicos e professores”.

Por estar em constante movimento este projeto caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa,

Nesse sentido, é um processo aberto submetido a infinitos e imprevisíveis desdobramentos, cujo centro organizador é o modelo que o pesquisador desenvolve e em relação ao qual as diferentes informações empíricas adquirem significados. O pesquisador, por meio de sua reflexão e das decisões permanentes que deve assumir, é responsável pelos rumos seguidos pelo processo de construção do conhecimento. (REY, 2005, p 105)

Assim a pesquisa qualitativa procura inserir o pesquisador no campo de pesquisa, onde ele irá construindo com base nas suas reflexões teóricas e desdobramentos que possam acontecer, os distintos elementos relevantes que irá compor o modelo de problema estudado. A pesquisa qualitativa tem o desejo de gerar um cenário de reflexões onde seu maior objetivo é a criação de modelos teóricos ricos sobre a realidade estudada.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Fernando José de. **Educação e Informática – os computadores na escola**. São Paulo: Cortez, 1987.

ALVARENGA, Cacilda Encarnação Augusto, **Autoeficácia de professores para utilizarem tecnologias de informática no ensino**. Campinas, SP: [s.n.], 2011.

BASSANEZI, Rodney Carlos. Ensino – **Aprendizagem com Modelagem Matemática**: uma Nova Estratégia. São Paulo: Contexto, 2002.

BARBOSA, Fernando da Costa. **Educação e robótica educacional na escola pública**: as artes do fazer. Dissertação de Mestrado Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Uberlândia 2011.

BIEMBENGUT, Maria Salette. **Modelagem Matemática no Ensino**/ Maria Salette Biembengut, Nelson Hein. 3. Ed, São Paulo: Contexto, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação a Distância. **Objetos de Aprendizagem**: uma proposta de recurso pedagógico. Organização: Carmem Lúcia Prata, Anna Christina Azevedo Nascimento. Brasília: MEC, SEED, 2007. 154 p.

FERREIRA, L.L. Relações entre o trabalho e a saúde de professores na Educação Básica no Brasil. **Relatório final do projeto “Condições de trabalho e suas repercussões na saúde dos professores de Educação Básica no Brasil”**. São Paulo: Fundacentro, abr. 2010.

FIORENTINI, Dario, SOUZA JUNIOR, Arlindo J., MELO, Gilberto, F. A. Saberes Docentes: Um desafio para Acadêmicos e Práticos. In: GERALDI, C. M. FIORENTINI, D. PEREIRA, E. M. A. **Cartografias do Trabalho Docente**, Campinas: Mercado de Letras: Associação de Leitura do Brasil - ALB, 1998.

FRANT, Janete. B. A informática na formação de professores. **A Educação Matemática em Revista**, Blumenau, v. 2, n. 3, p. 25-28. 1994.

FRANT, Janete. B. **Educational computer technology in Brazil: the diffusion and implementation of an educational innovation**, New York, 1993. Tese - New York Univesity.

MORAES, Raquel. de A. **Rumos da informática educativa no Brasil**. Brasília : Plano, 2002.

PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS: terceiro e quartociclos do ensino fundamental: **Introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais** / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1998.

PEREZ, Geraldo. Formação de Professores de Matemática sob a perspectiva do Desenvolvimento Profissional In BICUDO, M. A. V. **Pesquisa em Educação Matemática: Concepções & Perspectivas**, São Paulo: Editora UNESP, 1999.

PONTE, João Pedro da; OLIVEIRA, Hélia; VARANDAS, José Manuel. O contributo das tecnologias da informação e comunicação para o desenvolvimento do conhecimento e da identidade profissional. In FIORENTINI (Org.) **Formação de Professores de Matemática: Explorando novos caminhos com outros olhares**. Campinas, Mercados de Letras, 2003, pp. 159 – 192.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MESTRADO E DOUTORADO. Linhas e Grupos de Pesquisa – PPGED/Saberes e Práticas Educativas-Ementa. Disponível em < <http://www.mestreduca.ufu.br/> > Acesso em: 10 jun. 2009.

RIVED - Rede Interativa Virtual de Educação. Conheça o RIVED. Disponível em: <http://rived.mec.gov.br/site_objeto_lis.php>. Acesso em: 10 Ag. 2009.

Site da prefeitura de Uberlândia: **PROGRAMA DIGITANDO FUTURO**- dia da pesquisa: 20/08/2012- <http://www.uberlandia.mg.gov.br/?pagina=programas&id=977>

Site do Mec: **PROGRAMA PROINFO** – dia da pesquisa: 20/08/2012: http://portal.mec.gov.br/index.php?Itemid=462&id=244&option=com_content&view=article

<http://www.triangulomineiro.com/noticia.aspx?catNot=55&id=8751&nomeCatNot=Turismonotícia do triângulo>: Digitando o Futuro apresenta bons resultados, 29/03/09.

SILVA, J. C. **Prática Colaborativa na Formação de Professores. A Informática nas Aulas de Matemática no Cotidiano da Escola**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia (UFU) - Uberlândia, 2005.

SILVA, Miriam Godoy P. **O computador na perspectiva do desenvolvimento profissional do professor**. Campinas, 1997. Tese (doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas.

PRENSKY, M. Digital natives, digital immigrants, Part 1. **On the Horizon**, v.5, n.9, p. 2-6, Sept./Oct. 2001.

VALENTE, J.A. Uso da internet em sala de aula. In: **Educar em Revista**, v. 19, p. 131-146, 2002.

ZEICHNER, Kenneth M. Para além da divisão entre professor-pesquisador e pesquisador acadêmico. In: GERALDI, C.M.G., FIORENTINI, D., PEREIRA, E.M.A. (org.). **Cartografias do trabalho docente: professor(a)-pesquisador(a)**. Campinas: Mercado de Letras e Associação de Leitura do Brasil - ALB. 1998. p. 207 - 236.

ANEXO II- QUESTIONÁRIO DOS ALUNOS - FINAL

Questionário Final
Educação Matemática Digital na Escola Pública

1. Como você avalia o projeto 'Educação Matemática Digital na Escola Pública'?

2. Como você avalia sua participação no projeto 'Educação Matemática Digital na Escola Pública'?

3. O que você aprendeu com Geogebra?

4. O Geogebra te ajudou a aprender mais sobre geometria? Como?

5. Você gostou de trabalhar com o *blog*? Por quê?

6. O que você aprendeu com o *blog*?

7. O *blog* te ajudou nos conteúdos escolares? Quais?

8. O que você achou de interessante ou importante no *blog*?

9. Você gostou de trabalhar em grupo? Por quê?

10. De tudo que você viu durante as aulas no laboratório o que você vai continuar utilizando nos seus estudos?

ANEXO III- QUESTIONÁRIO DOS ALUNOS - INICIAL

Este questionário tem como objetivo conhecer sua cultura digital e interesse no projeto de educação matemática digital, sendo que a utilização de quaisquer dados contidos neste questionário resguardará sua identidade e será sem fins lucrativos

EDUCAÇÃO MATEMÁTICA DIGITAL NA ESCOLA PÚBLICA

Questionário sobre cultura digital dos alunos

1) Você estudou os anos anteriores em qual rede:

☐ Municipal ☐ Estadual ☐ Federal ☐ Particular

2) Você tem computador em casa?

() Sim () Não

3) Qual tipo?

☐ Desktop ☐ Notebook/netbook ☐ Tablet ☐ Smartphone

4) Onde você tem acesso à internet?

5) Para que você usa o computador?

☐ Jogos ☐ Internet ☐ Pesquisas ☐ Softwares

() Outros. Quais?

6) Quais recursos da internet você utiliza em sua pesquisa?

() Sites de busca (*Google, Yahoo*, etc) () *Facebook*
() Vídeos () *WebQuest*

- () *Blogs* () *Yahoo respostas*
 () *Twitter* () *Orkut*
 () Outros: _____

7) Alguém te ensinou a fazer pesquisa na internet?

- () Sim () Não

8) Onde você aprendeu fazer pesquisa na internet?

- () Nas aulas regulares na escola () Em casa () Lan House
 () Em cursos de informática () Amigos
 () Outros _____

9) Quais *softwares* você domina?

- () *Word* () *Power Point* () *Excell*
 () _____ Outros. Quais?

10) Você fez algum curso de informática?

- () Sim () Não

11) Se sim quais?

- () *Windows* () *Linux* () *Programação* () *Webdesign*
 Outros: _____

12) Quando há uma tarefa da escola, quais recursos você utiliza para estudo e pesquisa?

- | | | | | |
|--------------|-----------|--------------|--------------------|------------|
| () Livros | nunca () | as vezes () | frequentemente () | sempre () |
| () Jornais | nunca () | as vezes () | frequentemente () | sempre () |
| () Internet | nunca () | as vezes () | frequentemente () | sempre () |
- Outros _____

12) Você utiliza a internet para acessar o que?

- | | | | | |
|---|--------------------------------|-----------------------------------|---|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Jogos | nunca <input type="checkbox"/> | as vezes <input type="checkbox"/> | frequentemente <input type="checkbox"/> | sempre <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> Redes sociais | nunca <input type="checkbox"/> | as vezes <input type="checkbox"/> | frequentemente <input type="checkbox"/> | sempre <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> E-mail | nunca <input type="checkbox"/> | as vezes <input type="checkbox"/> | frequentemente <input type="checkbox"/> | sempre <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> Pesquisa | nunca <input type="checkbox"/> | as vezes <input type="checkbox"/> | frequentemente <input type="checkbox"/> | sempre <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> Blogs | nunca <input type="checkbox"/> | as vezes <input type="checkbox"/> | frequentemente <input type="checkbox"/> | sempre <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> Entretenimento | nunca <input type="checkbox"/> | as vezes <input type="checkbox"/> | frequentemente <input type="checkbox"/> | sempre <input type="checkbox"/> |

13) Qual tipo de rede social você acessa?

14) Para que você usa as redes sociais?

- ☐ Conhecer amigos
- ☐ Conversar
- ☐ Acessar informações de amigos e pessoas que gosto
- ☐ Manter contato com amigos distantes
- ☐ Socializar saberes da escola
- ☐ Diversão

15) Quem realiza manutenção em seu computador (*software e hardware*)?

- ☐ Eu mesmo ☐ Técnico ☐ Amigos

17) Quais tipos de programas matemáticos você conhece?

18) Com relação à pergunta anterior, você utiliza ou já utilizou algum desses programas para te auxiliar nos estudos?

19) Os programas Visual Class ou Everest que você usa no laboratório de Informática te auxilia no entendimento do conteúdo matemático desenvolvido em sala de aula?

() SIM () NÃO

Por que:

20) Você conhece um *blog*? Como você vê o uso do *Blog* para seu ensino e aprendizado?

ANEXO IV- TERMO DE LIVRE CONSENTIMENTO ESCLARECIDO – PAIS

Sr(a) responsável, seu filho(a) está sendo **convidado(a)** para participar da pesquisa intitulada **EDUCAÇÃO MATEMÁTICA DIGITAL NA ESCOLA PÚBLICA**, sob a responsabilidade dos pesquisadores **ARLINDO JOSÉ DE SOUZA JUNIOR, VIVIANE APARECIDA DE SOUZA, SARAH M. BITENCOURT, ÉLITON M. DE MOURA e JANAÍNA FÁTIMA SOUZA OLIVEIRA**.

Nesta pesquisa nós estamos **desenvolver uma pesquisa que permita criar estratégias diferenciadas de ensino e aprendizagem para a elaboração de estratégias sobre o uso de tecnologias na prática pedagógica de ensinar e aprender matemática na escola pública**.

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será obtido pela pesquisada **Viviane Aparecida de Souza**, na **Escola Municipal Boa Vista**, antes de iniciar as atividades do projeto.

A participação de seu (sua) filho(a) no projeto contará com **atividades que busquem informar e ensinar Matemática, além de desenvolver atividades de investigação na produção de materiais de autoria. Todo o projeto e suas atividades serão filmadas e fotografadas. No decorrer do projeto serão submetidos a questionários e entrevistas. Serão coletados comentários sobre as atividades, questionamentos e resultados sobre a forma de comentários nos espaços virtuais do projeto no facebook e blog, áudio-visuais**. Em nenhum momento seu(sua) filho(a) será identificado. Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim a identidade dele(a) será preservada.

Tanto o(a) Sr(a) e seu(sua) filho(a) não terão nenhum gasto e ganho financeiro com o projeto de pesquisa.

Visto que a CONEP - Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – e o CEP - Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos – admitam que não exista pesquisa sem risco, informamos aos sujeitos de pesquisa que o desenvolvimento desse projeto oferece risco ínfimo à integridade física, moral, intelectual e ou emocional dos indivíduos que se dispuserem a participar do projeto, sendo apenas relevante citar como risco moderado o de ser identificado. Ainda sim, apesar de existir o risco da identificação do sujeito, os pesquisadores se comprometem a manter sigilo desta identidade, dentre outras coisas, tomando medidas como edição de todas as imagens, vídeos e áudios utilizados a fim de preservá-los e os pesquisadores se comprometem a utilizar pseudônimos e outras ações que julgarem necessárias (ou que os próprios sujeitos da pesquisa julguem) para minimizar o risco de identificação.

Os benefícios serão **que ele irá participar de um projeto diferente no cotidiano da escola, possibilitando contato com novos saberes e tecnologias**. Enfim, todas as atividades desenvolvidas no projeto são de livre participação, nada é obrigatório, logo, não existem punições quanto a não participação.

É livre a opção do Sr(a) retirar seu(sua) filho(a) do projeto como dele(a) de deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem nenhum prejuízo ou coação.

Uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com o(a) senhor(a).

Qualquer dúvida a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com: **Arlindo José de Souza Junior, Viviane Aparecida de Souza, Sarah M. Bitencourt, Éliton M. de Moura e Janaína Fátima Sousa Oliveira** telefone (34) 3239-4156, Av. João Naves de Ávila, 2121, Universidade Federal de Uberlândia.

Poderá também entrar em contato com o Comitê de Ética na Pesquisa com Seres-Humanos – Universidade Federal de Uberlândia: Av. João Naves de Ávila, nº 2121, bloco A, sala 224, Campus Santa Mônica – Uberlândia –MG, CEP: 38408-100; fone: 34-32394131

Uberlândia, ____ de _____ de 20 ____

Assinatura dos pesquisadores

Eu, responsável legal pelo(a) menor _____ consinto na sua participação no projeto citado acima, caso ele(a) deseje, após ter sido devidamente esclarecido.

Responsável pelo(a) menor participante da pesquisa

ANEXO V- TERMO LIVRE CONSENTIMENTO ESCLARECIDO – ALUNO

Você está sendo **convidado(a)** para participar da pesquisa intitulada **EDUCAÇÃO MATEMÁTICA DIGITAL NA ESCOLA PÚBLICA**, sob a responsabilidade dos pesquisadores **ARLINDO JOSÉ DE SOUZA JUNIOR, VIVIANE APARECIDA DE SOUZA, SARAH M. BITENCOURT, ÉLITON M. DE MOURA E JANAÍNA FÁTIMA SOUSA OLIVEIRA**.

Nesta pesquisa nós estamos buscando **desenvolver uma pesquisa que permita criar estratégias diferenciadas de ensino e aprendizagem para a elaboração de estratégias sobre o uso de tecnologias na prática pedagógica de ensinar e aprender matemática na escola pública. Desenvolver objetos de aprendizagem que atraiam os alunos, que os deixem instigados pelo desconhecido e que aos poucos estes construam o seu próprio conhecimento com seus erros e acertos, para que o laboratório de informática deixe de ser apenas resolução de exercícios informatizados e tediosos.**

Na sua participação você **realizará atividades que busquem informar e ensinar sobre a Matemática no uso da Informática, além de desenvolver atividades de investigação na produção de materiais de autoria. Todo o projeto e suas atividades serão filmadas e fotografadas. No decorrer do projeto serão submetidos a questionários e entrevistas. Serão coletados comentários sobre as atividades, questionamentos e resultados sobre a forma de comentários nos espaços virtuais do projeto no facebook e blog, áudio-visual.**

Em nenhum momento você será identificado. Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim a sua identidade será preservada.

Você não terá nenhum gasto e ganho financeiro por participar na pesquisa.

Visto que a CONEP - Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – e o CEP - Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos – admitam que não exista pesquisa sem risco, informamos aos sujeitos de pesquisa que o desenvolvimento desse projeto oferece risco ínfimo à integridade física, moral, intelectual e ou emocional dos indivíduos que se dispuserem a participar do projeto, sendo apenas relevante citar como risco moderado o de ser identificado. Ainda sim, apesar de existir o risco da identificação do sujeito, os pesquisadores se comprometem a manter sigilo desta identidade, dentre outras coisas, tomando medidas como edição de todas as imagens, vídeos e áudios utilizados a fim de preservá-los e os pesquisadores se comprometem a utilizar pseudônimos e outras ações que julgarem necessárias (ou que os próprios sujeitos da pesquisa julguem) para minimizar o risco de identificação.

Os benefícios serão **que ele irá participar de um projeto diferente no cotidiano da escola, possibilitando contato com novos saberes e tecnologias.** Enfim, todas as atividades

desenvolvidas no projeto são de livre participação, nada é obrigatório, logo, não existem punições quanto a não participação.

Você é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem nenhum prejuízo ou coação.

Uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você.

Qualquer dúvida a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com: **Arlindo José de Souza Junior, Viviane Aparecida de Souza, Sarah M. Bitencourt, Éliton M. de Moura e Janaína Fátima Sousa Oliveira** telefone (34) 3239-4156, Av. João Naves de Ávila, 2121, Universidade Federal de Uberlândia.

Poderá também entrar em contato com o Comitê de Ética na Pesquisa com Seres-Humanos – Universidade Federal de Uberlândia: Av. João Naves de Ávila, nº 2121, bloco A, sala 224, Campus Santa Mônica – Uberlândia –MG, CEP: 38408-100; fone: 34-32394131.

Uberlândia, ____ de _____ de 20 ____

Assinatura dos pesquisadores

Eu aceito participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

Participante da pesquisa

Responsável pelo participante

ANEXO VI- QUESTIONÁRIO – PROFESSOR**Questionário para professora referente ao ano de 2014/2015**

1. Você gostou de participar do projeto com a sua turma de 5º ano? Por quê?
2. Dentro de sala de aula, quais eram os comentários dos alunos referentes ao projeto?
3. Você pode verificar nas avaliações ocorridas durante o projeto alguma melhora referente ao raciocínio ou conceitos matemáticos?
4. Você pode verificar alguma modificação de comportamento do grupo durante o projeto, ou seja, estavam mais unidos? Ajudavam-se mais? Houve rivalidades? Descreva se possível essas situações.
5. Como os alunos reagem em sala nos dias das atividades do laboratório?
6. O que você achou da visita na prefeitura e na Universidade Federal de Uberlândia?
7. Quais modificações você teve que fazer em suas aulas e seus planejamentos para que fosse possível inserir os alunos no projeto?
8. Você tem alguma sugestão ou crítica para melhorar as dinâmicas no laboratório!

ANEXO VII- ENTREVISTA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

ESCOLA MUNICIPAL BOA VISTA

EDUCAÇÃO MATEMÁTICA DIGITAL NA ESCOLA PÚBLICA

Questões da entrevista/mesa redonda:

Segue abaixo um roteiro de questões da entrevista/mesa redonda a ser realizada no final do projeto com os alunos participantes que não serão identificados e os áudios destruídos após análise.

Referente à aprendizagem:

1. Você acha que aprendeu alguma coisa com as aulas de laboratório? Por favor, nos forneça exemplos.
2. Você acha que teve uma aprendizagem diferente nas aulas de laboratório? O que você achou diferente?
3. O que mais te atraiu nas aulas de laboratório?

Referente ao conhecimento matemático:

1. O que aprendeu de matemática com as aulas de laboratório? Por favor, nos forneça exemplos.
2. Você precisou de algum conhecimento matemático aprendido anteriormente para alguma atividade desenvolvida no laboratório? Se sim, quais?

Referente a informática:

1. Antes do projeto, você utilizava a internet como recurso de pesquisa?
 - Tinha domínio sobre as ferramentas de pesquisa? Quais ferramentas você utilizava?
 - Onde e quem te ensinou a utilizar essas ferramentas?
2. Depois do projeto e da utilização da internet, que de fontes de pesquisa você mais utilizaria? Por quê?
3. O que achou de desenvolver as atividades do projeto de matemática digital?
4. Quais os pontos positivos de usar o blog para acompanhamento das atividades do projeto?
5. Quais os pontos negativos de usar o blog?

Referente ao desenvolvimento do trabalho de projeto:

1. O que você achou de participar do projeto de matemática digital?
2. Atingiu sua expectativa? O que você esperava?
3. O que você acha que deveria mudar no projeto? Justifique
4. Quais atividades você mais gostou?
5. E quais atividades você menos gostou? O que você acha que deveria mudar nelas?
6. Qual sua opinião quanto a forma que as atividades são propostas?
7. Você prefere aula de laboratório no extra-turno ou dentro das aulas de matemática? Justifique.

Referente ao trabalho em grupo:

1. Como foi a sua participação no trabalho em grupo?
2. Como foi a participação dos outros alunos no desenvolvimento do projeto do seu grupo?
3. Seu grupo recebeu alguma ajuda de outras pessoas no projeto? De quem e em que momentos? Qual a importância desta ajuda para o seu aprendizado?


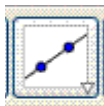
Referente ao Geogebra:


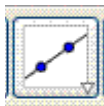
1. Você já conhecia algum software matemático? Qual sua opinião sobre a utilização do Geogebra?
2. Qual a importância do uso deste software para o seu aprendizado em matemática e em geometria?
3. O Geogebra facilitou a visualização dos conceitos geométricos/ das figuras e o seu entendimento?


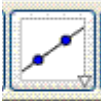
ANEXO VIII - ATIVIDADES DE GEOMETRIA PARA 5º ANO – 2014


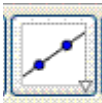

Professora: xxx


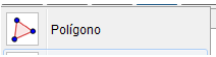



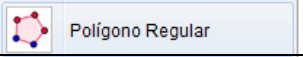

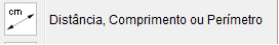
- I)** *Todas as respostas das atividades devem ser registradas em folha separada com nome do aluno e do professor para análise das mesmas. Bom trabalho! ☺*
- II)** *Crie uma pasta na área de trabalho com o nome Atividade Geogebra.*


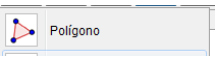

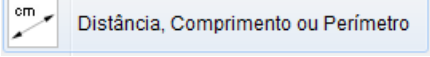

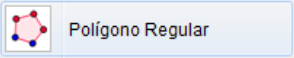

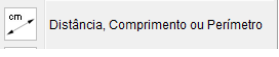
| Atividade 1 | |
|--|---|
| Com o ícone  | a) Crie um ponto A no plano. b) Crie um ponto B no plano. c) Crie um ponto C no plano. d) Crie um ponto D no plano. |
|  | e) Quantos triângulos diferentes você consegue desenhar com estes pontos? f) Qual a sua conclusão? Registre na folha em anexo. |



| Atividade 2 | |
|--|---|
| Com o ícone  | a) Crie um ponto B no plano. b) Crie um ponto C no plano. |
|  | c) Trace uma reta que passe ponto B e C. d) Qual o nome dado a essa reta? e) Explique como identificamos se o nome dado é pertencente a uma reta ou a um ponto? |

| | |
|--|---|
| Com o ícone  | <p>a) Crie um ponto D no plano.</p> <p>b) Crie um ponto E no plano</p> |
|  | <p>c) Trace uma semirreta que tenha início no ponto D e passe pelo ponto E.</p> <p>d) Trace uma semirreta que tenha início no ponto E e passe pelo ponto D.</p> <p>e) Explique como ficou o seu desenho no plano?</p> |

| Atividade 4 | |
|--|--|
| Com o ícone  | <p>a) Crie um ponto F no plano.</p> <p>b) Crie um ponto G no plano.</p> |
|  | <p>c) Trace um segmento de reta definido por dois pontos, ou seja, que tenha início no ponto F e termine no ponto E.</p> |
|  | <p>d) Vá na opção distância e meça quanto mede este segmento criado por você. Registre na folha em anexo.</p> |

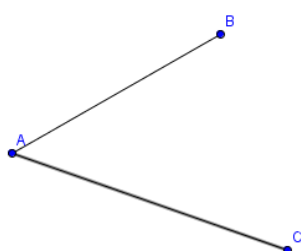
| | |
|--|---|
| Atividade 5 | |
| Com o ícone  | a) Crie um triângulo qualquer com o ícone:  |
|  | b) Vá ao ícone:  Distância, Comprimento ou Perímetro c) Meça o comprimento de cada lado de seu triângulo. Registre. |
|  | d) Crie um triângulo regular com o ícone:  |
|  | e) Vá ao ícone:  f) Meça cada lado do triângulo criado por você. g) Qual a diferença dos triângulos criados nos itens a) e d)? Registre. |

| | |
|--|--|
| Atividade 6 | |
| <p>Com o ícone</p>  | <p>a) Crie um retângulo qualquer com o ícone:</p>  |
|  | <p>b) Vá ao ícone:</p>  <p>c) Meça o comprimento de cada lado de seu retângulo. Registre.</p> |
|  | <p>d) Crie um retângulo regular com o ícone:</p>  |
|  | <p>e) Vá ao ícone:</p>  <p>f) Meça cada lado do retângulo criado por você.</p> <p>g) Qual a diferença dos retângulos criados nos itens a) e d)? Registre.</p> |

| | |
|--|--|
| Atividade 7 | |
| Com o ícone  | a) Crie Quadrado, um pentágono, hexágono, heptágono, octógono, nonágono, decágono. |
|  | b) Meça o comprimento de todos os polígonos criados por você. |

ANEXO IX- CONSTRUÇÃO DE ÂNGULO NO GEOGEBRA

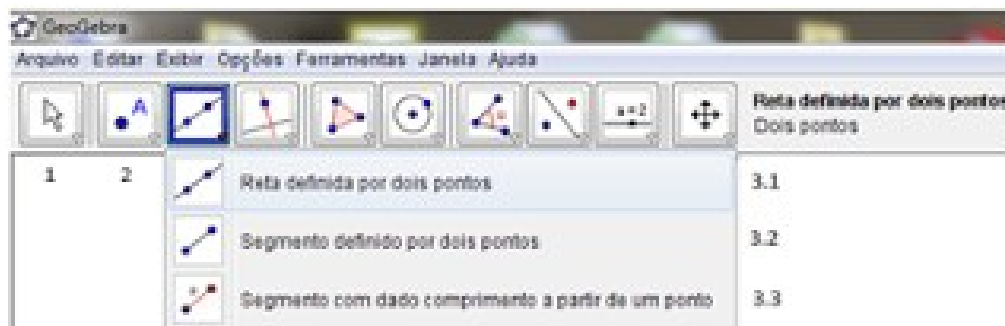
- 1- Abra o software Geogebra
- 2- Clique no mouse botão direito → eixos
- 3- Clique com o mouse botão direito → malha quadriculada
- 4- Clique na ferramenta 2 e crie um ponto A m sua janela de visualização.
- 5- Clique na ferramenta 3 e crie um segmento de reta com a origem em A.
- 6- Clique novamente no ponto A e crie um novo segmento também com a origem em A, veja na figura abaixo:



- 7- Clique na ferramenta 8 e vá em Ângulo
- 8- Em sua janela de visualização, clique na sequencia dos pontos C, A e B. Aparecerá a medida do **ângulo interno** que você desenhou.
- 9- Agora, clique na ferramenta 5 e vá em polígono, desenhe um triangulo qualquer $\triangle DEF$.
- 10- Clique novamente na ferramenta 8 e meça o ângulo E. Ou seja clique nos pontos, D, E e depois F.
- 11- Agora clique novamente na ferramenta 8 e meça o ângulo F, E e depois D. Qual a diferença da resposta da questão 10 com a questão 11?
- 12- Existe diferença entre medir o ângulo no sentido horário e no sentido anti-horário?

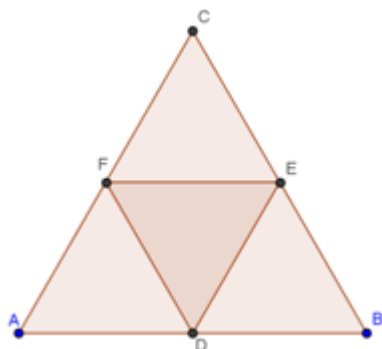
ANEXO IX- CONSTRUÇÃO DO TRIÂNGULO DE SIERPINSKI NO GEOGEBRA

Vamos nomear as ferramentas do software da seguinte maneira:

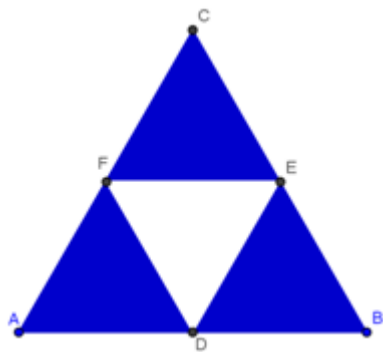


Inicialmente construiremos um triângulo equilátero, para isto utilizaremos a ferramenta 5.2 e criamos dois pontos A e B na área de construção do software, aparecerá uma janela que pedirá quantos lados terá o polígono, aqui basta colocar 3 no campo destinado e daí clicar em OK, obtendo assim o polígono 1.

Agora, para obter a segunda iteração do triângulo de Sierpinski marcamos os pontos médios dos segmentos AB, BC e AC, utilizando a ferramenta 2.3, para isto basta clicar nos pontos A e B onde obteremos o ponto D; da mesma forma obtemos os pontos E e F, respectivamente. Utilizando a ferramenta 5.1 unimos os pontos D, E e F, obtendo o polígono 2, como na figura abaixo:



Para remover o triângulo central basta mudar sua cor para branco, o que podemos fazer clicando com o botão direito do mouse no polígono 2 e depois em propriedades, aí selecionamos a aba cor e mudamos para a desejada, e em seguida clica-se na aba estilo em preenchimento, alterando-o para 100. Pode-se também mudar a cor de outros polígonos, o que pode ser feito utilizando o mesmo recurso. Assim nosso triângulo de Sierpinski ficará como na figura.



Para construir as outras iterações do triângulo de Sierpinski vamos criar uma nova ferramenta que as fará, clicamos em *ferramentas >> Criar uma nova ferramenta*, aparecerá na tela uma janela que pedirá os objetos iniciais, objetos finais e um nome para ela.

- objetos iniciais: pontos A, B e C, nessa ordem.
- objetos finais: os pontos médios D, E e F, e o polígono 2.
- nome: triângulo de Sierpinski.

Assim clica-se em concluído, e aparecerá um ícone na barra de ferramentas do Geogebra.

Agora podemos criar um triângulo de Sierpinski utilizando esta ferramenta, com o número de iterações que for necessário. Na figura abaixo apresentamos algumas iterações deste fractal realizadas no Geogebra.



ANEXO X- CONSTRUÇÃO DO TRIÂNGULO DE SIERPINSKI NO GEOGEBRA COM A FERRAMENTA DE REPETIÇÃO

Inicialmente vamos nomear as ferramentas do software da seguinte maneira:

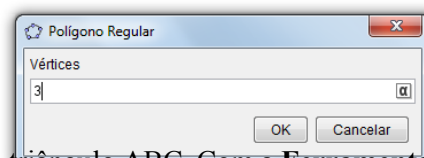


1→ Agora clique na **Ferramenta 5.2- polígono Regular** 9 10 11 12

2→ escolha a distância entre os vértices A e B

3→ Irá aparecer uma janela para você colocar a quantidade de vértices que deseja compor o seu polígono regular. Escreva 3 dentro desse campo e clique em OK

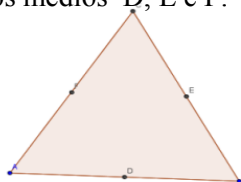
Vamos construir um triângulo com todos os lados de mesma medida: Triângulo Isósceles.



4→ Agora vamos marcar os pontos médios dos lados do triângulo ABC. Com a **Ferramenta 2.5- ponto médio ou centro**.

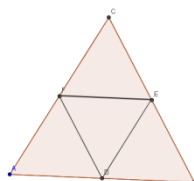
5→ Clique nos lados do triângulo. E aparecerá os pontos médios D, E e F.

Essa foi a 1ª iteração do triângulo de Sierpinski.



6→ Vamos construir outro triângulo, para isso, vamos criar um triângulo com os pontos E,D, F e retornando ao ponto E para fechar o polígono, utilizando a **Ferramenta 5.1- Polígono**.

Essa foi a 2ª iteração do triângulo de Sierpinski.



7→ clique na Ferramenta 1.1 e marque toda a figura.

8→ vá no **menu Ferramentas**, e clique em **Criar uma Nova Ferramenta**, clique em próximo, próximo, concluído e ok.

9→ Aparecerá abaixo da barra de ferramentas um ícone novo: Ferramenta1.

Clique nesse ícone e em seguida no pontos C e F, faça novamente esse processo com os pontos F e A. Assim sucessivamente.

ANEXO XII: AULA DO GEOGEBRA COM A ROBÓTICA

Nessa aula vamos colocar em pratica algumas tarefas realizadas pelo robozinho.

A tarefa do Robô era passar em todas as salas recolhendo o lixo para a coleta seletiva.

- Se o Robô desse uma volta completa entorno da maquete, quantos centímetros ele percorreria?*
- Para ele dar uma volta completa no pátio de salas de aula quantos centímetros ele andaria?*
- Qual seria o melhor percurso para ele fazer a coleta seletiva? Por quê?*
- Você tem uma sugestão de um percurso para o robô fazer a coleta? Por quê?*

Para responder essas perguntas vamos fazer algumas construções no Geogebra:

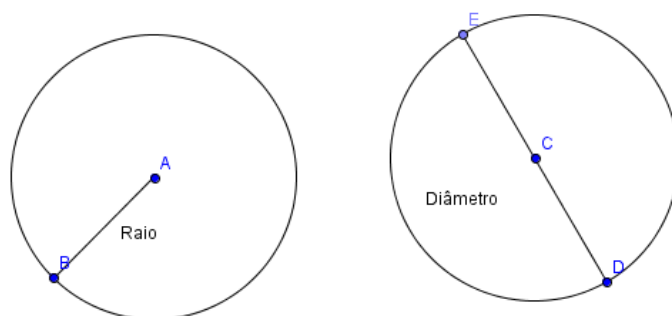
- 1) Meça as dimensões da maquete que construímos. Anote!!
- 2) Desenhe a maquete que construímos com os blocos de salas de aula em um rascunho.
- 3) Agora faça este desenho no Geogebra com as dimensões que você mediu.
- 4) Calcule o perímetro do quarteirão, dos blocos de sala de aula utilizando o Geogebra.
- 5) Responda agora em dupla os itens a), b), c), e d).
- 6) Bom trabalho! ☺

Aula 02

Hoje vamos aprender algo diferente!

Você sabe o que é uma circunferência?

Sabendo que a roda do Robozinho tem um diâmetro de 1,1 cm como mostra na figura abaixo:



Circunferência é um lugar geométrico de todos os pontos do plano, que estão a uma certa distância chamada raio, de um certo ponto chamado centro.

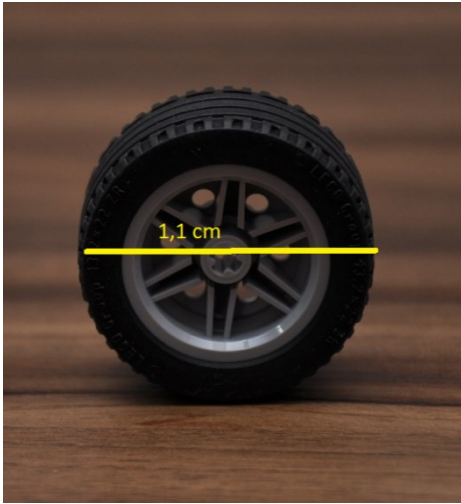
Quando damos uma volta completa no contorno da circunferência estamos medindo o seu comprimento.

Para medir o comprimento da circunferência precisamos de um valor chamado π .

o π mede 3,14.

o $C = 2 \cdot \pi \cdot r$

ou $C = D \cdot \pi$



Considerando o percurso do Robô para dar uma volta na maquete, calculado na atividade 1 item a), calcule quantas “rotações” ou quantas “voltas” a roda deve dar para percorrer todo o percurso?

Observação: pode utilizar a calculadora do computador para efetuar os cálculos da questão.

Aula 3 no Geogebra → Robótica

- 1) Com quais figuras espaciais você poderia construir os blocos de salas de aula?
- 2) Construa um bloco de sala de aula no Geogebra 3d. (salve na área de trabalho com o nome: AR1 3d).
- 3) Planifique utilizando o Geogebra essa construção (salve na área de trabalho com o nome: salas AR1 plan).
- 4) Quais são as figuras geométricas planas que fazem parte dessa planificação?
- 5) **Desafio:** Se um robô ocupa uma área de estacionamento de 30x30, ou seja de 900cm², quantos robôzinhos caberiam em todo o pátio da maquete?

iii Guia de Introdução à Robótica, disponível em: <http://www.obr.org.br/wp-content/uploads/2014/03/apostilaprogramaorobs1-111023145650-phpapp02.pdf> Acesso em:

Este conteúdo de movimento encontra-se especificamente na página 56.