

UNIVERSIDADE ANHANGUERA DE SÃO PAULO

EDITE RESENDE VIEIRA

GRUPO DE ESTUDOS DE PROFESSORES E A APROPRIAÇÃO DE
TECNOLOGIA DIGITAL NO ENSINO DE GEOMETRIA: CAMINHOS
PARA O CONHECIMENTO PROFISSIONAL

DOUTORADO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

SÃO PAULO
2013

EDITE RESENDE VIEIRA
DOUTORADO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

GRUPO DE ESTUDOS DE PROFESSORES E A APROPRIAÇÃO DE
TECNOLOGIA DIGITAL NO ENSINO DE GEOMETRIA: CAMINHOS
PARA O CONHECIMENTO PROFISSIONAL

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Anhanguera de São Paulo como requisito parcial para obtenção do título de **Doutor em Educação Matemática**, sob a orientação da **Profa. Dra. Nielce Meneguelo Lobo da Costa**.

Área de Concentração: Educação Matemática

Linha de Pesquisa: Formação de Professores
que Ensinam Matemática

SÃO PAULO
2013

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

V714g Vieira, Edite Resende.
Grupo de estudos de professores e a apropriação de tecnologia digital no ensino de geometria: caminhos para o conhecimento profissional. / Edite Resende Vieira. -- São Paulo: Universidade Anhanguera de São Paulo, 2013.
xvii, 251 f.: il.; 30 cm.

Tese (DOUTORADO) – Universidade Anhanguera de São Paulo, 2013.
Orientador: Profa. Dra. Nielce Meneguelo Lobo da Costa.
Referências bibliográficas: f. 204 - 215.

1. Grupo de estudos. 2. Apropriação de tecnologia digital. 3. Ensino de Geometria. I. Costa, Nielce Meneguelo da. II. Universidade Anhanguera de São Paulo. III. Título.

CDD 372.7

FOLHA DE APROVAÇÃO

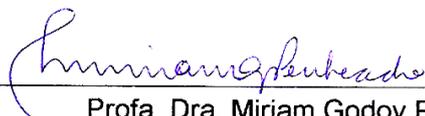
VIEIRA, Edite Resende. **Grupo de estudos de professores e a apropriação de tecnologia digital no ensino de Geometria:** caminhos para o conhecimento profissional. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Anhanguera de São Paulo como requisito parcial para obtenção do título de Doutor(a) em Educação Matemática, sob a orientação da Profa. Dra. Nielce Meneguelo Lobo da Costa.

Aprovada em: 03/12/2013

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Nielce Meneguelo Lobo da Costa (Presidente)
Universidade Anhanguera de São Paulo – UNIAN – São Paulo



Profa. Dra. Miriam Godoy Penteado
Universidade Estadual Paulista – UNESP – Rio Claro



Prof. Dr. Ruy Cesar Pietropaolo
Universidade Anhanguera de São Paulo – UNIAN – São Paulo



Profa. Dra. Lilian Nasser
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ – Rio de Janeiro



Profa. Dra. Maria Elisabette Brito Prado
Universidade Anhanguera de São Paulo – UNIAN – São Paulo

*Ao meu pai, Magdiel Cardoso de Rezende, (in memoriam),
homem simples, grande incentivador e responsável pela minha
trajetória profissional.*

*Ao meu irmão, Everton Santos de Resende,
(in memoriam), pelos momentos que passamos juntos.
Saudades do meu “Pototoca”!*

*À minha mãezinha, pela compreensão e
generosidade durante esta caminhada, mesmo sem entender
o porquê de tanto estudo.*

*Ao Luiz, meu marido,
por compreender os vários momentos de silêncio e ausência e
por esperar pacientemente a conclusão desta jornada.*

*Em especial, aos meus filhos Rafael e Leonardo,
amores da minha vida, por acreditarem em meu potencial,
incentivando-me nos momentos mais difíceis.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade que me foi concedida de viver e lutar dignamente pelos meus ideais.

À minha orientadora, Profa. Dra. Nielce Meneguelo Lobo da Costa, pelo acolhimento no momento em que me encontrava fragilizada, pela paciência em lidar com a minha ansiedade, pelo carinho nos dias de orientação e pelos encontros prazerosos que proporcionaram aprendizagens durante este caminhar.

À Profa. Dra. Tania Maria Mendonça Campos, pelo seu exemplo de dedicação, pelo apoio e incentivo nas minhas idas e vindas durante a Escola de Altos Estudos.

Aos professores: Profa. Dra. Miriam Godoy Penteado, Prof. Dr. Ruy Cesar Pietropaolo, Profa. Dra. Lilian Nasser e Profa. Dra. Maria Elisabette Brisola Brito Prado, por participarem da Banca de Defesa e pelas sugestões procedentes da primeira leitura do nosso trabalho na Banca de Qualificação, as quais contribuíram de forma decisiva para o trabalho final.

À Profa. Dra. Angélica de Fontoura Garcia Silva e à Profa. Dra. Odete Sidericoudes, por aceitarem o convite de participação das Bancas de Qualificação e de Defesa.

Às professoras Amora, Jade e La Reine, que ousaram enfrentar esse desafio, demonstrando interesse e boa vontade. Sem vocês, nada seria possível!

À Diretora da Unidade Escolar “A”, do Colégio Pedro II, pela receptividade, pelo carinho e por compreender a importância do uso do laboratório de Informática da Unidade para a realização deste estudo.

À amiga e comadre Dolores, pelo apoio e demonstração de amizade ao emprestar-me mais uma vez o seu “cantinho”, em Maricá, para a finalização deste trabalho.

Aos amigos Jorge e Ana Luiza, casal pra lá de 20, pelo auxílio na superação das minhas dificuldades durante o meu isolamento para finalizar a escrita da tese.

À amiga Mírian da Costa Loureiro, pela competente elaboração do Abstract.

À amiga Rosangela Félix, pela valiosa ajuda na transcrição das gravações de áudio e vídeo.

À amiga Andreia Maciel, pelos momentos que enfrentamos e compartilhamos desde 10/12/2009, quando iniciamos, em um dia bastante chuvoso, nossa trajetória no doutoramento em Educação Matemática. Esse dia... Jamais vou esquecer!

Aos professores do Programa de Doutorado em Educação Matemática, pelas valiosas reflexões e ensinamentos nas disciplinas cursadas.

Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, pela dedicação e gentileza no desempenho de suas funções.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, pelos encontros solidários e dinâmicos que transformaram nosso cotidiano escolar numa convivência repleta de amizade e alegria.

Em especial, às amigas Ana Lucia e Maria Lucia, sempre presentes e prestativas, pela amizade construída e pelos momentos de partilha que amenizaram minha ansiedade e insegurança.

Aos amigos que simplesmente acreditaram, mas de alguma forma contribuíram nessa caminhada.

À Universidade Bandeirante de São Paulo, pela bolsa tutor que financiou parte da presente pesquisa.

RESUMO

Diversas pesquisas têm revelado que as tecnologias digitais hoje disponíveis contribuem para o desenvolvimento do pensamento geométrico da criança. No entanto, um número ainda reduzido de professores dos anos iniciais usa esse recurso no ensino de Geometria. Assim, a presente pesquisa se propôs a analisar, em um grupo de estudos constituído na escola, o processo de apropriação de tecnologia digital no ensino de Geometria e o conhecimento profissional docente. O referencial teórico da investigação fundamentou-se nos estudos de Shulman sobre os conhecimentos necessários para a docência; de Mishra e Koehler acerca do conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo; de Leontiev, referente à apropriação; e de Murphy e Lick, sobre grupo de estudos. A pesquisa, de natureza qualitativa e cunho co-generativo, desenvolveu-se no Colégio Pedro II, no Rio de Janeiro, com um grupo de estudos formado pela pesquisadora e por três professoras dos anos iniciais. Durante os encontros o grupo abordou as figuras geométricas espaciais e planas com o uso dos *software SketchUp, Construfig3D e Régua e Compasso*. Por meio da triangulação, foram utilizados diferentes instrumentos de coleta, objetivando verificar os dados convergentes. As informações oriundas da pesquisa de campo decorreram da observação direta, do questionário, das fichas de reflexões, do material produzido pelas professoras; das transcrições da entrevista e das gravações dos encontros; da aplicação das atividades pelas professoras; e do diário da pesquisadora. Os resultados indicaram que a constituição do grupo de estudos no *locus* escolar favoreceu a apropriação de tecnologias digitais e o desenvolvimento do conhecimento profissional docente, uma vez que possibilitou às professoras a (re)construção de conceitos geométricos e a mobilização dos conhecimentos tecnológico (*TK*), tecnológico do conteúdo (*TCK*) e o pedagógico tecnológico (*TPK*). No entanto, concluímos que falhas no conhecimento do conteúdo específico representam um obstáculo na interação do professor com os aplicativos, conseqüentemente, na apropriação dos recursos disponibilizados por eles para ensinar Geometria. Ficou evidente também que a figura do líder do grupo como um mediador pedagógico proporcionou um ambiente que facilitou a aquisição de conhecimentos pelas professoras. Finalmente, concluímos nesta pesquisa que o processo de apropriação de tecnologia digital das professoras participantes está em evolução e que o conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo (*TPACK*), quando mobilizado, configura a apropriação pelo professor da tecnologia utilizada.

Palavras-chave: Grupo de estudos. Apropriação de tecnologia digital. Ensino de Geometria. Professores dos anos iniciais. Conhecimento profissional docente.

ABSTRACT

Several researches have disclosed that information technology available today contribute to children's thought development to learn geometry more easily. However, early years teachers still do not take advantage of that particular computing resource for teaching geometry. Hence, this research paper aims to examine both the appropriation process of information technology in teaching geometry and the teacher's professional knowledge, by means of a study group formed at school. The theoretical reference draws on the 'required skills for teaching' according to Shulman's studies, on the 'technological pedagogical content knowledge' by Mishra and Koehler, on 'appropriation' by Leontiev; and on 'study groups' by Murphy and Lick. The researcher and three early years teachers, who formed a study group at Colegio Pedro II in Rio de Janeiro, conducted the qualitative research, from the perspective of cogenerative dialoguing. At the meetings, the group discussed the spatial and planar geometries, using *SketchUp*, *ConstruFig3D* and *Ruler and Compass* software. Through triangulation, different data collection instruments were used in order to check convergent data. The information from field research came from direct observation, questionnaire, thought record sheets, the material produced by the teachers, interview transcripts and recordings of meetings, the teachers' implementation of activities, and the researcher's journal. The results showed that the study group formed at school promoted the appropriation of information technology and the development of professional knowledge of the teachers, since it made possible for them the (re)construction of the geometric concepts and the mobilization of technological knowledge (*TK*), of technological content knowledge (*TCK*) and of technological pedagogical content knowledge (*TPK*). However, we concluded that gaps in the knowledge of specific content represent an obstacle for the teachers to interact with the applications and, consequently, for the appropriation of resources available to them to teach geometry. It also became evident that the presence of the group leader as a pedagogical mediator provided an environment that facilitated the teachers' acquisition of knowledge. Finally, we concluded that the teachers who took part in this research are developing their process of appropriation of information technology and acquiring the technological pedagogical content knowledge (*TPACK*), when mobilized.

Keywords: Study Group. Information technology appropriation. Teaching of Geometry. Early years teachers. Teachers' professional knowledge.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Níveis de desenvolvimento apoiados no <i>TPACK</i>	57
Quadro 2: Plano inicial para o grupo de estudos	90
Quadro 3: Trajetória da coleta de dados	93
Quadro 4: Legendas de identificação da procedência dos dados	94
Quadro 5: Identificação dos sujeitos e dos cenários da pesquisa	95
Quadro 6: Competências disciplinares para o 1º ciclo – Espaço e Forma	101
Quadro 7: Competências disciplinares para o 2º ciclo – Espaço e Forma	101
Quadro 8: Fases do grupo de estudos	106
Quadro 9: Assuntos abordados nas atividades da ficha 1	107
Quadro 10: Assuntos abordados nas atividades da ficha 2	108
Quadro 11: Assuntos abordados nas atividades da ficha 3	109
Quadro 12: Atividade 1 - 2º, 3º e 4º anos	109
Quadro 13: Atividade 2 – 4º ano	110
Quadro 14: Atividade 3 – 4º ano	110
Quadro 15: Atividade 4 – 4º ano	111
Quadro 16: Figuras para resolução da atividade 4	112
Quadro 17: Atividade D – 4º ano	112
Quadro 18: Atividades no <i>software Construfig3D</i>	113
Quadro 19: Assuntos abordados na atividade 1 da ficha 4	114
Quadro 20: Assuntos abordados na atividade 2 da ficha 4	114
Quadro 21: Assuntos abordados na atividade 3 da ficha 4	114
Quadro 22: Assuntos abordados na atividade 4 da ficha 4	115
Quadro 23: Assuntos abordados na atividade 5 da ficha 4	115
Quadro 24: Assuntos abordados na atividade 6 da ficha 4	115
Quadro 25: Assuntos abordados na atividade 7 da ficha 4	116
Quadro 26: Assuntos abordados na atividade 8 da ficha 4	116
Quadro 27: Assuntos abordados na atividade 9 da ficha 4	117
Quadro 28: Assuntos abordados na atividade 1	118
Quadro 29: Assuntos abordados na atividade 2	118
Quadro 30: Assuntos abordados na atividade 3	119

Quadro 31: Assuntos abordados na atividade 4	119
Quadro 32: Assuntos abordados na atividade 5	120
Quadro 33: Resumo das atividades nas fases	126
Quadro 34: Conceitos explorados no <i>SketchUp</i>	128

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Conhecimento Tecnológico separado do <i>PCK</i>	46
Figura 2: Modelo <i>TPACK</i>	47
Figura 3: Esquema elaborado pelo Comitê de Tecnologia da <i>AMTE</i>	58
Figura 4: Tela inicial do <i>SketchUp</i>	75
Figura 5: Ferramentas básicas do <i>software SketchUp</i>	76
Figura 6: Tela com a construção do prisma	77
Figura 7: Tela com a construção do cubo	77
Figura 8: Tela inicial do <i>software Régua e Compasso</i>	78
Figura 9: Tela com a construção do triângulo	79
Figura 10: Tela com a construção do quadrado	80
Figura 11: Ferramentas básicas do <i>software Régua e Compasso</i>	81
Figura 12: Tela inicial do <i>software Construfig3D</i>	82
Figura 13: Ferramentas para construção das figuras espaciais.....	82
Figura 14: Pirâmide: composição e planificação	83
Figura 15: Ferramentas para construção das figuras espaciais no <i>software Construfig3D</i>	84
Figura 16: Figuras espaciais da nova versão do <i>Construfig3D</i>	84
Figura 17: Atividade de apresentação do <i>software SketchUp</i>	107
Figura 18: Cubos sobrepostos	108
Figura 19: Figuras espaciais construídas pela prof ^a A	141
Figura 20: Construção do quadrado com a ferramenta <i>Retângulo</i> realizada pela prof ^a Amora	143
Figura 21: Construção do quadrado com a ferramenta <i>Polígono</i> realizada pela Prof. ^a La Reine	144
Figura 22: Construção do quadrado com a ferramenta <i>Polígono</i> realizada pelas professoras	146
Figura 23: Atividade 1 - Características do cubo	149
Figura 24: Atividade 4 - Poliedros e Corpos Redondos	150
Figura 25: Circo	151
Figura 26: Atividade 5 - Vista superior dos sólidos geométricos	152
Figura 27: Construção do paralelogramo	166

Figura 28: Atividade 1 elaborada pelo grupo de estudos para os alunos da prof ^a Amora	171
Figura 29: Atividade 2 elaborada pelo grupo de estudos para os alunos da prof ^a Amora	173
Figura 30: Atividade elaborada pelo grupo de estudos para os alunos da prof ^a La Reine	176
Figura 31: Atividade 1 elaborada pelo grupo de estudos para os alunos da prof ^a Jade	178
Figura 32: Atividade 2 elaborada pelo grupo de estudos para os alunos da prof ^a Jade	179
Figura 33: Relação entre a apropriação de tecnologia digital e o <i>TPACK</i>	201
Figura 34: Processo de apropriação de tecnologia digital no grupo de estudos.....	202

LISTA DE FOTOS

Foto 1: Planejamento das atividades	131
Foto 2: Elaboração das atividades da profª Amora no computador	131
Foto 3: Elaboração das atividades da profª La Reine no computador	132
Foto 4: Elaboração das atividades da profª Jade no computador	132
Foto 5: Momentos de aplicação das atividades da Profª Amora	133
Foto 6: Momentos de aplicação das atividades da Profª La Reine	134
Foto 7: Momentos de aplicação das atividades da Profª Jade	135
Foto 8: Momentos de reflexão da profª Amora para montar o prisma de base pentagonal	160
Foto 9: Construção do cubo pela profª Amora	162
Foto 10: Construção de retas paralelas com a ferramenta <i>Reta</i>	164
Foto 11: Construções diferenciadas do retângulo	165
Foto 12: Momentos de reflexão do grupo sobre as características das peças dos Blocos Lógicos	175

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- A, B, C, D, E ⇒ Unidades Escolares dos anos iniciais do Colégio Pedro II
- AMTE ⇒ Associação de Educadores e Professores de Matemática
- CL ⇒ Coordenadora do laboratório de Informática
- CK ⇒ Conhecimento do Conteúdo
- CM ⇒ Coordenadora de Matemática
- CPII ⇒ Colégio Pedro II
- DCCIT ⇒ Departamento de Ciência da Computação e Iniciação para o Trabalho
- EnDIP ⇒ Diário da Pesquisadora
- EnENT ⇒ Entrevista
- EnFEA ⇒ Fase de elaboração de atividades
- EnFPR ⇒ Ficha Primeiras Reflexões
- EnFRA ⇒ Fase de familiarização e realização de atividades
- EnFRF ⇒ Ficha Reflexões Finais
- EnGAV ⇒ Gravação de áudio e vídeo
- EnQUE ⇒ Questionário
- FAA ⇒ Fase de aplicação de atividades
- GEGETEC ⇒ Grupo de Estudos de Geometria e Tecnologia
- GPL ⇒ Licença Pública Geral
- IFRJ ⇒ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro
- MEC ⇒ Ministério da Educação
- MKT ⇒ Conhecimento Matemático para o Ensino
- NIAPE ⇒ Núcleo de Informática Aplicada à Educação
- OPs ⇒ Orientadores Pedagógicos
- PCN ⇒ Parâmetros Curriculares Nacionais
- PCK ⇒ Conhecimento Pedagógico do Conteúdo
- PK ⇒ Conhecimento Pedagógico
- PPP ⇒ Projeto Político Pedagógico
- PROEJA ⇒ Programa de Educação de Jovens e Adultos
- SEF ⇒ Secretaria de Educação Fundamental
- SESOP ⇒ Setor de Supervisão e Orientação Pedagógica
- TCK ⇒ Conhecimento Tecnológico do Conteúdo
- TICs ⇒ Tecnologias da Informação e da Comunicação
- TK ⇒ Conhecimento Tecnológico
- TPACK ⇒ Conhecimento Pedagógico Tecnológico do Conteúdo
- TPK ⇒ Conhecimento Pedagógico Tecnológico

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	15
CAPÍTULO 1 – O DESABROCHAR DA TESE INDICANDO CAMINHOS	18
1.1 O DESVELAR DE UMA HISTÓRIA: A ORIGEM DA PESQUISA	18
1.2 O RETROCEDER DE UMA TRAJETÓRIA: DEFININDO E DELIMITANDO O PROBLEMA	23
1.3 O PORQUÊ DA PESQUISA	25
1.4 MAPEANDO PESQUISAS ACADÊMICAS: REVISÃO DA LITERATURA	28
1.4.1 Formação de grupos de estudos	29
1.4.2 Professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental	30
1.4.3 Uso de tecnologia digital no ensino de Geometria	32
1.4.4 Apropriação de recursos tecnológicos digitais pelo professor	34
CAPÍTULO 2 – TEORIA E PESQUISA: UMA RELAÇÃO DE CUMPLICIDADE	37
2.1 OS CONHECIMENTOS NECESSÁRIOS PARA A DOCÊNCIA	37
2.1.1 Contribuições de Shulman: o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK)	38
2.1.2 Contribuições de Mishra e Koehler: o conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo (TPACK).....	44
2.2 APROPRIAÇÃO: CAMINHOS PARA O USO DE TECNOLOGIA DIGITAL ..	50
2.3 GRUPO DE ESTUDOS: A UNIÃO FAZ A FORÇA	60
CAPÍTULO 3 – ENSINO DE GEOMETRIA NOS ANOS INICIAIS E O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS	63
3.1 ENSINO DE GEOMETRIA NOS ANOS INICIAIS	63
3.2 TECNOLOGIAS DIGITAIS: PERSPECTIVAS PARA O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA	68
3.2.1 Caracterização dos <i>software</i> para o ensino de Geometria: <i>SketchUp</i> , <i>Régua e Compasso</i> e <i>ConstruFig3D</i>	74
CAPÍTULO 4 – O DELINEAR DE UM CAMINHO POSSÍVEL: A METODOLOGIA DO ESTUDO	85
4.1 A TEORIA CARACTERIZANDO A PESQUISA: PRESSUPOSTOS METODOLÓGICOS	85
4.2 EM CADA ETAPA, UM OLHAR: PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .	89

CAPÍTULO 5 – O CENÁRIO DA PESQUISA: FAZENDO REVELAÇÕES	97
5.1 ETAPA 1 – PESQUISA DOCUMENTAL: O COLÉGIO PEDRO II	97
5.1.1 Caracterização da Unidade Escolar A: <i>locus</i> da pesquisa de campo	99
5.1.2 O ensino de Geometria e a utilização pedagógica de tecnologias digitais: proposta dos anos iniciais de escolaridade	100
5.2 ETAPA 2 – PLANEJAMENTO DE AÇÕES PARA O GRUPO DE ESTUDOS	103
5.2.1 As atividades planejadas <i>a priori</i>	107
5.3 ETAPA 3 – GRUPO DE ESTUDOS: CONSTITUIÇÃO E DINÂMICA	120
5.3.1 As professoras protagonistas	122
5.3.2 Idas e vindas: as fases do grupo	126
CAPÍTULO 6 – ANÁLISE: A COMPREENSÃO DA REALIDADE NO CONTEXTO DA PESQUISA	136
6.1 ESTRUTURA DA ANÁLISE	136
6.2 ANÁLISE DA FASE A	138
6.2.1 Questionário	138
6.2.2 Atividades nos <i>software</i>	140
6.2.3 Ficha “Primeira Reflexões”	154
6.3 ANÁLISE DA FASE B	169
6.4 ANÁLISE DA FASE C	180
6.5 ANÁLISE DA FASE D	187
6.5.1 Ficha “Reflexões Finais”	187
6.5.2 Entrevista	190
CONCLUSÕES: O ARREIMATE DE IDEIAS	195
REFERÊNCIAS	204
APÊNDICES	216
ANEXOS	239

ORGANIZANDO ESSE CAMINHAR: ESTRUTURA DA TESE

Quando o conhecimento se torna um elemento-chave de transformação social, a própria importância da educação muda qualitativamente. Deixa de ser um complemento, e adquire uma nova centralidade no processo.

DOWBOR (2001)

Com o surgimento das tecnologias digitais, a Informática chegou às escolas e o aprender e o ensinar ganharam novas dimensões. Os diversos *software* disponibilizados no mercado abrem uma gama de possibilidades, potencializando o ensino e a aprendizagem. A forma como os conceitos geométricos são abordados com o uso desses recursos podem minimizar as dificuldades enfrentadas pelos alunos. Assim, o sonho de ver alunos e professores interagindo com as tecnologias digitais nas aulas de Matemática, especialmente de Geometria, motivou-me a realizar esta pesquisa.

Esta investigação, intitulada **Grupo de estudos de professores e a apropriação de tecnologia digital no ensino de Geometria: caminhos para o conhecimento profissional**, está inserida na linha de pesquisa “Formação de Professores que Ensinam Matemática” do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Anhanguera de São Paulo.

A pesquisa teve como objetivo analisar, em um grupo de estudos constituído na escola, o processo de apropriação de tecnologia digital no ensino de Geometria e o conhecimento profissional docente. Para alcançar esse objetivo, as ações foram guiadas pela seguinte questão de pesquisa:

De que forma a participação em um grupo de estudos de professores dos anos iniciais de escolaridade favorece a apropriação de tecnologia digital no ensino de Geometria e o desenvolvimento do conhecimento profissional docente?

Para a realização dessa investigação, constituímos, no Colégio Pedro II (CPII), um grupo de estudos formado pela pesquisadora e por três professoras dos anos iniciais. As atividades propostas para os encontros envolveram figuras

geométricas espaciais e planas por meio dos *software SketchUp, Régua e Compasso e Construfig3D*.

Para entender esse caminhar, retomamos no capítulo 1 a trajetória profissional da pesquisadora no período em que as dúvidas e os questionamentos faziam-se presentes no seu cotidiano escolar, resultando na busca de respostas nas pesquisas do Mestrado e no presente estudo. Proporcionamos uma visão inicial da pesquisa, destacando a justificativa para a escolha do tema, a definição e a delimitação do problema, a questão norteadora, os objetivos e a revisão da literatura.

No capítulo 2, destacamos os aspectos relacionados aos conhecimentos necessários para a docência, procurando compreender como são desenvolvidos e apresentados. Em relação a essa temática, buscamos suporte teórico em Shulman (1986; 1987), Mishra e Koehler (2006) e Koehler e Mishra (2009). Além dos conhecimentos mobilizados pelos professores, suscitamos reflexões acerca do processo de apropriação pelo indivíduo, na tentativa de entender como se dá a apropriação de tecnologias digitais pelo professor. Para respaldar esse aspecto, construímos um referencial teórico baseado nos estudos de Leontiev (2004). No tocante à metodologia do estudo, optamos pela constituição de grupos de estudos, segundo a perspectiva de Murphy e Lick (1998).

No capítulo 3, apresentamos uma breve reflexão sobre o tratamento dado ao ensino de Geometria nos anos iniciais de escolaridade, na concepção de alguns educadores brasileiros e dos PCN (BRASIL, 1997)¹. Em seguida, trazemos considerações acerca do ensino de Geometria mediado pelas tecnologias digitais, destacando as possibilidades para o trabalho com as figuras espaciais e planas. Para finalizar, caracterizamos os *software* utilizados, apresentando a abordagem de utilização.

No capítulo 4, descrevemos os pressupostos e os procedimentos metodológicos para o desenvolvimento da investigação. Inicialmente, relatamos a fundamentação teórica referente aos aspectos que caracterizam o tipo de pesquisa. Em seguida, retomamos a questão que delineou as ações do processo de investigação e descrevemos as etapas, as técnicas e os instrumentos para coleta de

¹ PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais da Secretaria de Educação Fundamental, SEF MEC, 1997.

dados. Finalmente, expomos os procedimentos adotados na análise dos dados coletados.

No capítulo 5, mostramos o cenário onde ocorreram as interlocuções com os sujeitos envolvidos, fazendo alusão à organização física e ao corpo técnico-pedagógico. Em seguida, apresentamos as propostas de ensino de Geometria e de utilização pedagógica de tecnologias digitais nos anos iniciais do Ensino Fundamental do CPII. Descrevemos o planejamento das ações para a pesquisa de campo e detalhamos cada atividade planejada para o grupo de estudos, apresentando os conteúdos geométricos trabalhados e as ferramentas utilizadas nos *software*. Relatamos também o processo de constituição do grupo de estudos, bem como a dinâmica dos encontros, e traçamos o perfil de cada professora protagonista, destacando suas expectativas e algumas características individuais. Para finalizar, fazemos um breve relato das quatro fases pelas quais perpassou o grupo de estudos.

No capítulo 6, apresentamos a análise interpretativa do processo vivido pelo grupo de estudos, ao longo desta pesquisa, por meio das técnicas utilizadas e da categorização dos dados coletados, tomando como referência a questão de pesquisa. Apresentamos a análise, seguindo as quatro fases do grupo de estudos: na primeira fase analisamos os momentos vivenciados pelas professoras nas atividades de familiarização dos *software* e de exploração dos conceitos relacionados às figuras espaciais e planas; focamos na segunda fase o processo de elaboração das atividades; na terceira fase centramo-nos nas aulas ministradas pelas professoras no laboratório de Informática; e por fim, na última fase, analisamos os momentos de reflexão sobre as experiências em ambientes com tecnologias digitais registrados na ficha “Reflexões Finais” e na entrevista.

Na conclusão do texto, trazemos a síntese do trabalho, destacando os resultados e sugestões para futuras investigações.

Finalmente, nos apêndices e anexos, disponibilizamos os arquivos utilizados pela pesquisadora e os materiais produzidos pelas professoras participantes.

O DESABROCHAR DA TESE INDICANDO CAMINHOS

Acredito que um dos maiores erros que se pratica em educação, em particular na Educação Matemática, é desvincular a Matemática das outras atividades humanas.

D'AMBRÓSIO (1999)

Ao longo da minha trajetória profissional, muitos foram os desafios enfrentados na busca de uma prática docente capaz de acompanhar as rápidas transformações deste novo século. A minha atuação como professora de Matemática e do laboratório de Informática revelou-me a necessidade de encontrar, nessa área, mecanismos que tornassem os processos de ensino e de aprendizagem mais eficazes. Assim, apresento neste capítulo algumas considerações que me levaram a desenvolver esta pesquisa com professores dos anos iniciais em um ambiente mediado pela tecnologia digital. Passar por essas experiências foi bastante significativo para mim, pois tive a certeza do quanto é importante os professores acreditarem que são capazes de construir seus próprios caminhos e serem autores das práticas desenvolvidas com seus alunos em ambientes informatizados. No emaranhado de idas e vindas, erros e acertos durante esse caminhar, aprendi que uma das questões fundamentais relacionadas ao cotidiano do professor decorre da ausência de ambientes que favorecem o aprendizado, a troca, a colaboração, o compartilhamento de ideias e a reflexão sobre sua prática. Por fim, apresento ainda, neste capítulo, a definição e delimitação do problema, a justificativa e a revisão da literatura.

1.1 O DESVELAR DE UMA HISTÓRIA: A ORIGEM DA PESQUISA

As experiências advindas, inicialmente, como professora dos anos iniciais do Ensino Fundamental - como participante de congressos, seminários, cursos e minicursos ligados às tecnologias digitais na educação, nos quais tive oportunidade

de discutir e refletir alternativas para utilizar o computador como ferramenta pedagógica em quaisquer das disciplinas curriculares -, contribuíram para que eu tivesse um olhar mais crítico em relação às práticas desenvolvidas no laboratório de Informática da Unidade Escolar em que atuo.

Desde 1996, quando iniciei o meu trabalho como professora do laboratório de Informática do Colégio Pedro II e, paralelamente, ministrava aulas de Matemática na referida instituição, dúvidas e questionamentos me acompanhavam insistentemente. Isso ocorria devido às diferentes situações por mim vivenciadas, e com as quais eu me defrontava ao atuar como professora de turma e do laboratório.

No laboratório de Informática, quando trabalhava com a minha turma, a aula era nossa: minha e de meus alunos. Nós dinamizávamos a aula, trocávamos ideias, discutíamos os erros, enfim, embora estivéssemos em outro ambiente de aprendizagem, havia uma sintonia, um dinamismo entre professor e alunos. A atividade realizada poderia ser continuidade de uma proposta começada na sala de aula ou de uma proposta que seria lançada naquele momento. As professoras do laboratório poucas vezes eram solicitadas, mas, se necessário, atuavam como mediadoras da aprendizagem juntamente comigo, a professora da turma.

Assumindo a função de professora do laboratório de Informática, orientando alunos de outros professores, o contexto era bem diferente e o encaminhamento da aula era outro. A maioria dos professores levava a sua turma ao laboratório, mas não se envolvia na aula. Alguns ficavam sentados assistindo, outros escolhiam esse momento para se ausentar ou realizar tarefas individuais, tais como: corrigir cadernos, provas, preencher diários etc. Quando esboçavam uma iniciativa, o foco era a disciplina, e não a proposta pedagógica desenvolvida no momento. A dinamização da aula, a reflexão conjunta entre aluno e professor, o “passeio” pelos computadores para orientar e intervir, quando necessário, ficava sob a responsabilidade da equipe do laboratório.

Compartilhando a ideia de Candau (1991, p.22), quando afirma que “os professores são os principais agentes de inovação educacional e sem eles nenhuma mudança persiste, nenhuma transformação é possível”, eu precisava saber por que os professores de turma não se envolviam nas práticas desenvolvidas com o uso do computador. Diante desse panorama, concluí que o melhor caminho para buscar algumas respostas seria frequentar um curso de especialização em Informática Educativa. Tomei essa iniciativa, mas, ao terminar o curso em 2000, embora tenha

lido e discutido vários textos de autores conceituadíssimos nessa área da educação, não me senti satisfeita e decidi investigar mais profundamente as dúvidas e incertezas que ainda me acompanhavam no cenário profissional.

No segundo semestre de 2000, entrei em contato com os professores do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Católica de Petrópolis e frequentei, como aluna especial, uma disciplina na linha de pesquisa denominada “Práticas Educativas e Novas Tecnologias”. As leituras referentes à Educação, Teorias de Aprendizagem, Formação de Professores e Novas Tecnologias fizeram-me refletir intensamente sobre o meu objeto de estudo, na tentativa de compreender o porquê do descompasso entre as práticas realizadas no laboratório de Informática e na sala de aula. Nesse período, finalizei o meu projeto de Mestrado.

No ano seguinte, regressando ao Programa, agora como aluna regular, iniciei a pesquisa de campo com um grupo de professores de duas escolas, uma da rede privada e a outra da rede federal. Assim, a minha primeira pesquisa deu origem à dissertação de Mestrado intitulada “O laboratório de Informática e a sala de aula: um desafio no cotidiano escolar”, apresentada em agosto de 2003. A proposta era verificar as relações entre as práticas educativas desenvolvidas no laboratório de Informática e na sala de aula, a fim de buscar o entendimento de como o computador estava integrado às práticas pedagógicas dos professores e como esses profissionais se envolviam nas atividades realizadas com suas turmas no laboratório de Informática. Os resultados apontaram para a necessidade de repensar a proposta de utilização do computador desenvolvida na maioria das Unidades Escolares participantes dessa pesquisa, pois se constatou que a integração entre as práticas pedagógicas do laboratório de Informática e as da sala de aula acontecia somente no contexto do laboratório, por iniciativa da equipe de professores desse ambiente. A falta de estrutura e organização de algumas Unidades Escolares da escola federal, ressaltada em vários depoimentos, configurava-se como um problema, uma vez que o planejamento acontecia precariamente e o professor de turma não tinha um horário garantido na grade curricular para participar das aulas do laboratório junto com seus alunos.

Após a conclusão do Mestrado, observei um processo de reconstrução das práticas do laboratório de Informática nas Unidades Escolares da escola federal envolvida na pesquisa. A equipe gestora das referidas unidades se empenhou para garantir um horário semanal para a participação dos professores de turma no

planejamento com a equipe do laboratório. Verifiquei também que tais professores começaram a dar outro significado a esse espaço informatizado ao perceberem que os processos de ensinar e de aprender podem ocorrer nesse ambiente informatizado assim como ocorrem na sala de aula. No entanto, em algumas unidades da escola federal, essa integração não aconteceu. Por conseguinte, a partir dessa primeira pesquisa, convenci-me de que é necessário e importante criar uma cultura de Informática nas escolas, pois como ressalta Lobo da Costa (2010, p.93),

O uso da tecnologia e, em particular, do computador na educação pode ser considerado uma inovação e, como toda inovação, ela só será integrada à prática profissional após um processo longo de apropriação e de utilização frequente em situações diversificadas.

Dando continuidade ao meu trabalho no Colégio Pedro II, atuando como Coordenadora de Informática de uma Unidade Escolar e como Coordenadora Geral de Informática Educativa, as minhas inquietações não terminaram, embora algumas mudanças tenham ocorrido. Participando de reuniões de planejamento das atividades com os professores de turma e do laboratório de Informática, no período de 2003 a 2007, observei que os professores não sugeriam atividades de Matemática. Quando essa disciplina curricular era contemplada, os professores do laboratório indicavam *software* mais fechados. Quanto aos aplicativos que investigam os conhecimentos de Geometria, estes não eram disponibilizados. Mais uma vez me perguntei: Por que os professores não escolhem a Geometria quando promovem alguma prática de Matemática no laboratório de Informática?

A partir desse questionamento, tive a percepção de que:

- ⇒ Os professores dos anos iniciais possuíam conhecimentos insuficientes para desenvolver atividades de Geometria.
- ⇒ O desconhecimento de *software* de Geometria constituía uma dificuldade para os professores dos anos iniciais planejarem atividades.

Outras vivências reforçaram a problemática observada no meu *locus* escolar e influenciaram a presente investigação.

Em 2005, planejei e coordenei uma proposta de formação continuada utilizando a Plataforma e-ProInfo,² desenvolvida pelo Ministério da Educação (MEC). O curso foi ministrado pelos professores integrantes do Núcleo de Informática

² Ambiente Colaborativo de Aprendizagem baseado em tecnologia *web* que permite a concepção, administração e desenvolvimento de diversos tipos de ações, como cursos a distância, complemento a cursos presenciais, projetos de pesquisa, projetos colaborativos e outras formas de apoio a distância aos processos de ensino e de aprendizagem.

Aplicada à Educação (NIAPE/CPII)³ e tinha como objetivo proporcionar ao corpo docente do Colégio Pedro II uma formação no uso das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs) visando à integração do computador em suas práticas pedagógicas, numa abordagem fundamentada na construção do conhecimento e no tratamento interdisciplinar. Cabe ressaltar que, dentre os doze participantes, três eram professores dos anos iniciais. Os trabalhos apresentados ao final do curso abordaram temas relacionados a diversas disciplinas curriculares, tais como Ciências, Química, Sociologia, Artes, Língua Portuguesa, Língua Espanhola, Estudos Sociais e Física. Novamente me deparei com o questionamento: Por que a Matemática e, em particular, a Geometria, não foram escolhidas para a produção do projeto final?

O delineamento da problemática deste estudo também foi reforçado com a minha participação, em 2007, como formadora e coordenadora no Programa de Formação Continuada em Informática Educativa⁴ realizado na Unidade Escolar Descentralizada de Duque de Caxias.⁵ A proposta do programa consistia em oferecer aos professores do Ensino Fundamental e Médio do município de Duque de Caxias uma formação no uso das TICs para o desempenho das atividades educacionais com maior autonomia e capacidade de elaborar práticas pedagógicas em um ambiente informatizado. O planejamento e o material do curso foram preparados pelas professoras dos laboratórios de Informática envolvidas nesse projeto e pelo chefe do Departamento de Ciências da Computação e Iniciação para o Trabalho (DCCIT) do Colégio Pedro II. A grade curricular era composta pelas disciplinas Mídias e Educação, Uso Pedagógico da Internet, *Software* livre em Ambientes de Ensino e Aprendizagem, Robótica, Introdução à Animação e Rádio Digital; o sistema operacional utilizado foi o LINUX.⁶ Os *software* explorados abordaram conceitos de Língua Portuguesa, Ciências, Geografia, Matemática, Geometria e Desenho Artístico. Os professores escolheram um tema para o trabalho final. Alguns professores optaram por fazer animações utilizando as técnicas

³ Núcleo coordenado pela pesquisadora deste estudo.

⁴ Programa realizado em parceria com o Colégio Pedro II e a Secretaria de Educação do município de Duque de Caxias.

⁵ Em 2007, essa Unidade Escolar funcionava provisoriamente no prédio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), no município de Duque de Caxias - Rio de Janeiro. Consta em documentos oficiais que a inauguração oficial dessa Unidade Escolar aconteceu em 25 de fevereiro de 2008 e atualmente é denominada Unidade Escolar Descentralizada (Uned) de Duque de Caxias.

⁶ Sistema operacional para computadores, desenvolvido pelo finlandês Linus Torvalds, em 1991. Disponibilizado gratuitamente na Internet, permite alterar e redistribuir o programa sem quaisquer restrições, desde que inclua o código original. Disponível em: <[http://www.infopedia.pt/\\$linus-torvalds](http://www.infopedia.pt/$linus-torvalds)>. Acesso em 09/10/2013.

*stop-motion*⁷ ou de *recorte*;⁸ outros preferiram um *software* para elaborar a atividade. Convém destacar que a maioria dos professores participantes dessa formação ministrava aulas nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Mais uma vez me deparei com professores escolhendo, para o trabalho final, temas que não contemplavam a Matemática e, em especial, a Geometria.

Essas diferentes experiências permitiram que eu tivesse uma visão mais ampla do modo como os professores dos anos iniciais se relacionam com a Matemática e de como se faz necessário oferecer espaços de debates com seus pares, principalmente sobre questões referentes às práticas de Geometria com o uso de tecnologias digitais.

1.2 O RETROCEDER DE UMA TRAJETÓRIA: DEFININDO E DELIMITANDO O PROBLEMA

Ao trazer à memória minhas experiências pessoais, acadêmicas, formativas e profissionais, compreendi que elas me conduziram a um campo de investigação envolvendo os professores dos anos iniciais, à Geometria e às tecnologias digitais. Entretanto, ainda não estava claro para mim de que forma eu poderia implementar a minha pesquisa de modo que, com ela, fosse possível promover o desenvolvimento do conhecimento profissional docente e a utilização de tecnologias digitais no ensino de Geometria.

Essas experiências me proporcionaram a visão de que os professores não possuíam oportunidades para debater, com seus pares, questões relacionadas à sua prática de sala de aula, principalmente quanto ao uso de tecnologias digitais no contexto educacional. Eu tinha em mente que seria inviável propor mudanças inovadoras nas práticas pedagógicas se a investigação promovesse o isolamento entre os sujeitos da pesquisa. Para Costa (2011, p. 44), o isolamento dos professores no contexto escolar

⁷ Expressão em inglês com significado paradoxal: “movimento–parado”. É toda animação que utiliza objetos que na vida real são imóveis, parados (como bonecos de madeira ou de massinha, móveis, latas, lápis, caixas, cadeiras, enfim, qualquer objeto, de qualquer material).

⁸ Consiste em montar e transformar imagens através da animação, utilizando papéis e desenhos recortados para criar articulações, sobreposições de personagens sobre cenários e muitos efeitos plásticos.

[...] pode dificultar o ensino e a aprendizagem dos conteúdos, influenciar na adoção de metodologias inovadoras de ensino, tornar-se um obstáculo à experimentação e à autoconfiança e favorecer a falta de comunicação e diálogo entre professores, limitando as relações de troca e partilha que são construídas no ambiente de trabalho e que, conseqüentemente, terão impacto nas relações internas de sala de aula.

Segundo Mädche e Mallmann (2006, p. 16), “trabalhar isoladamente e ser o único responsável pelo processo de ensino e aprendizagem já não responde às necessidades contemporâneas”. Nesse sentido, optei por constituir um grupo de estudos. Assim, as questões e reflexões apresentadas passaram a justificar a realização desta pesquisa, o que me levou a traçar o seguinte objetivo geral para atender as minhas expectativas:

Analisar, em um grupo de estudos constituído na escola, o processo de apropriação de tecnologia digital no ensino de Geometria e o conhecimento profissional docente.

Para atingir tal objetivo, traçamos os seguintes objetivos específicos:

- ⇒ Investigar as reflexões emergentes e as dificuldades durante a utilização de *software* para o ensino de Geometria.
- ⇒ Identificar indícios do processo de apropriação de tecnologias digitais pelas professoras.
- ⇒ Identificar evidências de desenvolvimento do conhecimento profissional docente pelas professoras.

Neste texto, a palavra “desenvolvimento” refere-se à produção e/ou à construção e/ou ao aprimoramento do conhecimento profissional docente.

As ações no decorrer desta investigação foram guiadas pela seguinte questão central:

De que forma a participação em um grupo de estudos de professores dos anos iniciais de escolaridade favorece a apropriação de tecnologia digital no ensino de Geometria e o desenvolvimento do conhecimento profissional docente?

Percebemos que uma única pergunta não nos ajudaria a responder a questão central. Estabelecemos, então, outras mais específicas que se completam e envolvem as inter-relações que surgiram no contexto do problema:

- ⇒ Que contribuições a participação em um grupo de estudos sobre o ensino de Geometria com a utilização de tecnologias digitais pode trazer ao conhecimento profissional docente?
- ⇒ Quais características dos encontros do grupo são adequadas para promover a apropriação de tecnologias digitais no “ensinar e aprender” Geometria?
- ⇒ Quais reflexões ocorridas no grupo de estudos dão indícios de aprimoramento no conhecimento profissional docente?

A presente pesquisa foi realizada em uma escola pública federal do município do Rio de Janeiro, o Colégio Pedro II, com um grupo de estudos formado pela pesquisadora e por três professoras dos anos iniciais de escolaridade. O estudo foi focado no ensino de Geometria com tecnologias digitais. Os conteúdos abordados foram os do bloco denominado “Espaço e Forma”, expressos nos PCN (BRASIL, 1997), por meio de dois *software* de Geometria - o *Régua e Compasso* e o *ConstruFig3D* - e um de modelagem 3D - o *SketchUp*.⁹

1.3 O PORQUÊ DA PESQUISA

O desenvolvimento científico e tecnológico, os modernos meios de comunicação e processamento de informação demandam, cada vez mais, novas formas de pensamento; conseqüentemente, novos recursos cognitivos estão sendo construídos pelos indivíduos frente às diversas possibilidades que hoje fazem parte do mundo do conhecimento e da cultura. A cada tecnologia que surge, as relações sociais, culturais, econômicas e de trabalho se transformam, enriquecendo a forma de representar, armazenar e comunicar o saber e a informação.

Não há como descartar a inserção das tecnologias de informação e comunicação no sistema educacional. Por conseguinte, tendo a escola a socialização do conhecimento como uma de suas funções básicas, cabe a ela, cada

⁹ Esses aplicativos estão descritos no Capítulo 3.

vez mais, repensar suas práticas educacionais de forma a preparar as novas gerações para um mundo em constante mudança, viabilizando o acesso permanente do corpo discente a uma informação abrangente e atualizada.

Dowbor (2001, p. 11) ressalta a importância de se repensar a educação:

As transformações que hoje varrem o planeta vão evidentemente muito além de uma simples mudança de tecnologias de comunicação e informação. [...] E na medida em que a educação não é uma área em si, mas um processo permanente de construção de pontes entre o mundo da escola e o universo que nos cerca, a nossa visão tem que incluir estas transformações. Não é apenas a técnica de ensino que muda, incorporando uma nova tecnologia. É a própria concepção de ensino que tem de repensar os seus caminhos.

Nesse sentido, as transformações na educação só ocorrerão na medida em que o professor considerar a tecnologia digital como um recurso capaz de auxiliá-lo em suas práticas pedagógicas, levando-o a atuar profissionalmente nessa cultura tecnológica, tornando-se um “[...] elemento primordial para a implementação e divulgação desta nova Tecnologia da Cognição” (Papert, 1986, p.116).

O potencial das tecnologias digitais e, em particular, do computador em ambientes educacionais gera um novo envolvimento com a aprendizagem; surgindo assim novos desafios, novas ideias e novos caminhos de construção de conhecimento e desenvolvimento do pensamento. Em se tratando do computador na educação, Lobo da Costa, Pietropaolo e Silva (2008) ressaltam que “[...] uma vez presentes no ambiente de aprendizagem ele não é neutro e interfere no processo exercendo uma influência que deve ser considerada e investigada”.

Em 1996, Balacheff e Kaput analisaram o impacto que a tecnologia digital proporcionava ao ensino de Matemática, refletiram sobre as questões advindas da introdução do computador na Educação e evidenciaram a importância de mudanças no currículo e do desenvolvimento de pesquisas nessa área. A partir daquela época se evidenciava ser fundamental promover processos de formação docente nos quais o professor tivesse oportunidade de assumir uma atitude de confiança e de tirar proveito pedagógico das tecnologias digitais para ensinar Matemática e, em particular, Geometria.

Desde o final dos anos 90, os PCN (Brasil, 1997) já assinalavam que o computador “[...] é apontado como um instrumento que traz versáteis possibilidades ao processo de ensino e aprendizagem de Matemática [...]” e sugerem a utilização de alguns *software* como mais uma possibilidade para auxiliar o aluno a raciocinar

geometricamente. Apesar de o referido documento oficial ter indicado, desde 1997, a utilização das tecnologias da comunicação como um dos caminhos para os processos de ensino e de aprendizagem de Matemática, ainda é pequeno o número de professores que fazem uso de tecnologias digitais em suas aulas, especialmente se considerarmos o segmento dos anos iniciais.

Pesquisas como a de Mitchelmore (1980), Parzysz (1988), Gutiérrez (1996, 1998), Carvalho (2010) e Paraizo (2012), apontam que os alunos, em geral, enfrentam dificuldades na identificação das características das figuras espaciais a partir de sua representação bidimensional.

Segundo Lima e Costa (2007), saber lidar com as transições entre a imagem espacial de um objeto e sua representação plana é fundamental para o desenvolvimento do raciocínio espacial do aluno.

Nesse sentido, Kaleff (2003) argumenta que a Informática pode facilitar os problemas enfrentados no ensino de Matemática e, em particular, em Geometria, relacionados à visualização, observação e manipulação de objetos geométricos. Segundo a autora, há vários *software* com uma gama de recursos que contribuem para a construção da percepção espacial.

Gravina garante que as dificuldades cognitivas dos alunos podem diminuir em ambientes computacionais com a exploração da Geometria de um jeito mais dinâmico, uma vez que “os recursos informáticos hoje disponíveis estimulam a busca de estratégias favoráveis à construção do conhecimento em Geometria, para além do que vem fazendo a escola” (GRAVINA, 2001, p. 4).

Gutiérrez (2006, p. 26), por sua vez, assegura que o uso de *software* voltados para o ensino de Geometria é primordial, uma vez que “os programas de computador [...] são ideais para as explorações e investigações em geometria. Além disso, constituem um estímulo para a utilização do raciocínio dedutivo [...]”.

Especialmente para os alunos dos primeiros anos de escolaridade, a quem se recomenda o início do estudo de Geometria com a manipulação de materiais concretos – etapa fundamental para a construção do pensamento geométrico –, o uso das tecnologias digitais pode facilitar essa construção.

Segundo Fagundes (1977, p. 3), “para conhecer um objeto, um fato, é preciso agir sobre ele, modificá-lo, transformá-lo, compreender o processo dessa transformação e, como consequência, entender a maneira como o objeto é construído”. As tecnologias digitais podem impulsionar a compreensão do aluno em

face desse processo de transformação e de construção do objeto. Entretanto, não basta indicar o uso da tecnologia para que ela se efetive na escola; é necessário promover “[...] estudos nessa área, tanto na formação inicial como na formação continuada do professor do Ensino Fundamental, seja para poder usar amplamente suas possibilidades ou para conhecer e analisar *softwares* educacionais” (BRASIL, 1997, p. 35, grifo nosso).

Ao tratar da relação professor-tecnologia, Fagundes (2001, p. 62) afirma categoricamente que “[os professores] precisam se apropriar dos recursos das tecnologias digitais e explorar as suas possibilidades”. Portanto, para utilizar essas tecnologias no ensino de Geometria, o professor deve apropriar-se dos recursos disponibilizados nos aplicativos e constatar suas possibilidades, pois, caso contrário, com suas representações já sedimentadas, ele não perceberá a necessidade de sua apropriação.

Motivada pelos questionamentos retrçados na minha trajetória profissional no Colégio Pedro II, pela importância do papel do professor no ambiente mediado pelas tecnologias digitais e pela percepção do potencial dessas tecnologias no ensino de Geometria, imergi em um processo de leitura, na tentativa de identificar trabalhos que mais se aproximavam da temática do presente estudo.

1.4 MAPEANDO PESQUISAS ACADÊMICAS: REVISÃO DA LITERATURA

O levantamento bibliográfico de pesquisas relacionadas com a temática do presente estudo revelou que o interesse pelo aprimoramento da Educação Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental tem aumentado significativamente, mas que o foco na apropriação da tecnologia pelo professor é ainda tema pouco apreciado, fato que nos motivou a aprofundar ainda mais essa abordagem. Buscamos, tanto nos trabalhos em andamento quanto nos concluídos, discussões que apontassem a formação de grupo de estudos como um caminho para a implantação do ensino da Matemática, em particular, da Geometria, em um ambiente mediado pela tecnologia.

A partir do material analisado, dividimos os estudos considerados como relevantes para nossa pesquisa em quatro temas que, a par de suas

especificidades, se completam e se entrecruzam: formação de grupos de estudos, para repensar a prática docente; professores dos anos iniciais do ensino fundamental, por sua relevância nos processos de ensino e de aprendizagem; uso da tecnologia digital, como instrumento facilitador no ensino de Geometria; e apropriação de recursos tecnológicos digitais pelo professor, como possibilidade de a prática dessa metodologia se tornar recorrente na sala de aula.

1.4.1 Formação de grupos de estudos

Na literatura brasileira, selecionamos vários trabalhos, incluindo dissertações e teses, que corroboram nossas ideias. Sobre o nosso primeiro tema, segundo o qual a constituição de um grupo de estudos de professores como espaço para discutir as práticas no ensino de Matemática tem contribuído positivamente para a qualificação docente e, em consequência, para a melhor formação discente, encontramos respaldo em Silva (2010), Boesing (2009), Etcheverria (2008) e Gimenes (2006).

Em sua pesquisa referente à dinâmica de grupo de estudos no desenvolvimento de atividades matemáticas com a utilização de *software*, Silva (2010) concluiu que essa proposta possibilita aos participantes a discussão das dificuldades e dos anseios relacionados ao cotidiano docente, assim como, propicia a busca por experiências pedagógicas inovadoras. Ficou evidente ainda que o trabalho com grupo de estudos contribui para desenvolvimento profissional do professor.

Por sua vez, Boesing (2009) propôs às professoras do grupo de estudos desenvolver com seus alunos um trabalho de pesquisa em aulas de Matemática. O resultado demonstrou que, a partir do grupo de estudos, as professoras perceberam que a metodologia tradicional predominante nas aulas de Matemática deu lugar a uma prática em que o desenvolvimento da autonomia e da reflexão crítica passou a ser priorizado, tanto nos alunos quanto nelas próprias. Ficou evidente nesse estudo que a formação continuada por meio do grupo de estudos possibilitou às professoras mudança nas práticas pedagógicas favorecendo o desenvolvimento pessoal e profissional.

A pesquisa desenvolvida por Etcheverria (2008) traz contribuições para o ensino de Geometria nos anos iniciais. Esse estudo se propôs a compreender como a formação de um grupo de estudos no espaço escolar constitui uma possibilidade de formação continuada de professoras dos anos iniciais no ensino de Geometria. Os resultados obtidos mostraram que o grupo de estudos é uma modalidade de formação continuada de professores que possibilita mudanças na prática educativa a partir da reflexão dessa prática e da construção de aprendizagens. Também foi verificado pela autora que, para propiciar a (re)significação do ensino de Geometria, é necessário intensificar e avaliar o conhecimento geométrico construído pelos professores para desenvolver a habilidade do pensamento geométrico, numa proposta interdisciplinar que estimule o estabelecimento de relações. Gimenes (2006) fundamentou-se na análise do seu trabalho em estudos sobre formação de professores e grupo de estudos. A partir da formação de grupos de estudos para refletir sobre as práticas docentes do ensino da Matemática, a autora observou que a troca de experiências entre os participantes se refletiu positivamente na sua atuação em sala de aula, além de contribuir para a organização e estruturação de outros grupos de estudos. O seu estudo revelou também que os professores reunidos, discutindo sobre suas dificuldades e seus comportamentos, buscando formas diferentes de ensinar e trocando ideias com seus pares, são características evidentes nesse contexto de estudo que podem promover possíveis mudanças na escola.

1.4.2 Professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental

Sobre as pesquisas em Educação Matemática com foco nos professores dos anos iniciais, selecionamos os trabalhos de Batista (2012), Barbosa (2011), Freire (2011) e Silva (2009) pela oportunidade que as atividades promoveram para o aprimoramento profissional das professoras envolvidas, abrindo portas para a possibilidade de formação continuada.

Batista (2012) realizou uma pesquisa para verificar os conhecimentos sobre números e operações de um grupo de professoras que lecionam nos anos iniciais de escolaridade de uma escola municipal. O estudo mostrou lacunas no conhecimento

do conteúdo específico sobre sistema de numeração decimal e no conhecimento curricular, sobretudo, em relação aos materiais didáticos, impossibilitando a concretização do conhecimento pedagógico do conteúdo. Desses resultados, verificou-se a necessidade de retomar os conhecimentos matemáticos abordados na formação inicial e continuada como também a importância de uma formação contínua dos professores que atuam nos anos iniciais do Ensino Fundamental para a viabilidade desse ensino.

Outra contribuição importante na área é a pesquisa de Barbosa (2011). Nela, a autora investigou a mobilização dos saberes de três professoras que lecionam Matemática nos anos iniciais de escolaridade de uma escola pública, ao participarem de um grupo de estudo com foco no desenvolvimento do pensamento geométrico. A análise dos casos de cada professora revelou a mobilização de saberes relacionados ao pensamento geométrico, em especial, os saberes do conteúdo. Ficou igualmente evidente nesse estudo a utilização, pelas participantes, de um vocabulário mais apropriado para se referir às propriedades de figuras ou à orientação espacial. O desenvolvimento das habilidades de visualização e representação pelas professoras foi mostrado nesse trabalho. Quanto à análise do grupo, a pesquisadora concluiu que o desenvolvimento profissional docente está relacionado à coletividade, à reflexão sobre a prática, à natureza das atividades, à dinâmica dos encontros e à afetividade. A pesquisa também revelou que a participação voluntária, o respeito, o diálogo e o estudo de conteúdos geométricos, voltados para a aprendizagem e a prática, são fundamentais no processo vivenciado pelas participantes; determinando ações e mudanças nas práticas pedagógicas.

Freire (2011) investigou o desenvolvimento de conceitos algébricos por professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Para tal, a pesquisadora utilizou materiais manipulativos e recursos digitais em uma oficina. Os resultados provenientes da oficina revelaram dificuldades das professoras em entender as noções básicas do pensamento algébrico, na resolução de equações do 1º grau e em explicitar a diferença entre atividades aritméticas e algébricas. O estudo apontou que tais dificuldades foram superadas parcialmente no decorrer do trabalho. Os dados, oriundos do planejamento e da aplicação das atividades em sala de aula por uma das professoras participantes, mostraram uma melhor compreensão sobre os conceitos de equações e de igualdade, sobre a utilização de incógnita e sobre as relações entre expressões numéricas e simbólicas. Além dessas evidências, a

autora sinalizou a importância de investir na formação inicial e continuada para os professores refletirem sobre práticas pedagógicas e compreenderem o ensino de Matemática a partir de uma articulação entre os conteúdos, desenvolvendo conceitos aritméticos concomitantemente com conceitos algébricos.

A pesquisa desenvolvida por Silva (2009) traz contribuições à nossa área e, particularmente, para os anos iniciais. Foi um estudo longitudinal qualitativo que se propôs a investigar as aprendizagens das professoras em um grupo de estudo sobre Matemática nos anos iniciais. Algumas aprendizagens relacionadas à resolução de problemas envolvendo as quatro operações e à Geometria ficaram mais evidentes nesse estudo. A análise dos casos das professoras mostrou, ainda, como aprendizagem de conhecimento pedagógico matemático, a utilização de diferentes metodologias e ações diferenciadas em aulas de Matemática, destacando a utilização de escrita e oficinas com materiais manipulativos. O conhecimento do currículo matemático, a organização e valorização de diferentes conteúdos e o conhecimento dos alunos como aprendizes, foram igualmente revelados como aprendizagens nesse trabalho. Foi observado também que a formação continuada em contexto de grupo de estudos permitiu que as professoras ouvissem e fossem ouvidas, partilhando suas experiências e seus anseios, discutindo e buscando alternativas para as situações apresentadas. Além dessas evidências, a autora constatou o quão é importante analisar crenças, concepções e emoções das professoras como influência em suas atitudes relacionadas à Matemática, ao seu ensino, à aprendizagem e à avaliação.

1.4.3 Uso de tecnologia digital no ensino de Geometria

A partir do mapeamento inicial, fizemos uma leitura mais aprofundada das pesquisas realizadas por Silva (2011), Marchi (2011), Poloni (2010) e Bagé (2008). Essas pesquisas apresentaram pontos em comum, como a utilização do *software* no ensino de Geometria e a preocupação com a necessidade de os professores estarem predispostos a (re)pensar e aprimorar sua prática docente. Esses trabalhos foram significativos para o encaminhamento da nossa pesquisa, uma vez que reiteraram algumas de nossas percepções. As experiências, reflexões e resultados

revelados serviram para orientar parte da nossa investigação, visto que comprovaram a importância da utilização de recursos tecnológicos digitais no ensino de Geometria e no aprimoramento do corpo docente.

Silva (2011) investigou o uso do *software Régua e Compasso* como recurso metodológico no ensino de Geometria. Essa pesquisa envolveu professores de Matemática e alunos do 7º ano. A análise dos dados mostrou que o *software* é um aliado capaz de complementar as figuras estáticas presentes nos livros didáticos, dando mais significado ao ensino. Ficou igualmente evidente nos dados analisados que a tecnologia digital contribuiu para os alunos terem uma aprendizagem mais significativa, uma vez que, por meio da manipulação ou da exploração das figuras geométricas na tela do computador, os alunos foram desafiados a conjecturar, validar hipóteses e verificar as propriedades presentes nas figuras geométricas. Os resultados também sinalizaram que a maioria dos professores participantes se sente preparada para utilizar as tecnologias digitais no ensino de Matemática e que todos têm interesse em utilizar tais recursos em suas práticas pedagógicas. Ainda neste estudo, ficou perceptível que a escola precisa adequar-se aos avanços tecnológicos.

Por conseguinte, a pesquisa de Marchi (2011) se propôs a analisar as reflexões feitas por professores de Matemática da Educação Básica ao explorarem conteúdos de Geometria Euclidiana por meio da metodologia de WebQuest, investigando, nesse processo, aspectos significativos para o ensino e a aprendizagem. A análise dos dados forneceu elementos significativos dessa metodologia, tais como, a possibilidade de levar o aluno a desenvolver uma atitude investigativa na aula de Matemática; a possibilidade de discussão do conteúdo entre os grupos de alunos, socializando o que foi aprendido e a oportunidade, por meio da execução da “*tarefa*”, de levar o aluno a uma atitude ativa ao elaborar o “*produto*”. A pesquisadora concluiu também que os professores consideraram como um aspecto significativo da metodologia WebQuest a possibilidade de o aluno desenvolver uma atitude de investigação na aula de Matemática e poder aprender enquanto pesquisa.

Analisamos a investigação de Poloni (2010) sobre um projeto de formação continuada de cinco professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental de uma escola da rede particular da zona sul de São Paulo. A pesquisadora se propôs a investigar a (re)construção de conceitos geométricos sobre figuras planas utilizando o *software Cabri-Géomètre* e as reflexões provenientes dessa (re)construção sobre a prática das professoras participantes. Em suas conclusões, a pesquisadora

observou que o desenho da formação, os sujeitos de pesquisa, o conteúdo matemático, o formador, a interação formador/professor e o contexto de atuação dos sujeitos contribuíram positivamente para a (re)construção de conceitos geométricos. Outro resultado obtido revela que a formação continuada em um ambiente de Geometria Dinâmica propiciou a (re)construção de alguns conceitos geométricos, principalmente a compreensão das figuras a partir de suas propriedades. Também ficou expresso que a articulação dos estudos teóricos com a prática docente foi importante para promover discussões que provocaram reflexões sobre as práticas docentes.

Por sua vez, Bagé (2008) investigou as possíveis contribuições que um curso de formação continuada, com a utilização da tecnologia, traz para a prática do professor no ensino de Geometria nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Em um primeiro momento, a pesquisadora elaborou uma proposta de oficina com atividades utilizando os *software Building Perspective* e *Cabri-Géomètre* abordando os conceitos básicos de Geometria e a aplicou a trinta professores que lecionam no quinto ano do Ensino Fundamental. A análise dos dados mostrou que, através dessa proposta, foi possível os professores perceberem a importância do ensino de Geometria nos anos iniciais e as possibilidades do *software Cabri-Géomètre* no desenvolvimento dos conceitos geométricos. Evidenciou-se nesse estudo a importância de promover a troca de experiências e a reflexão nos cursos de formação de professores, considerando que esses momentos podem viabilizar a construção de conceitos envolvidos nas atividades propostas.

1.4.4 Apropriação de recursos tecnológicos digitais pelo professor

A análise das pesquisas que utilizaram os recursos computacionais permite compreender o quanto as experiências desenvolvidas por seus autores têm contribuído para as mudanças nas práticas pedagógicas dos professores, permitindo reflexões acerca das possibilidades do computador no ensino de Geometria.

Na perspectiva da apropriação de tecnologia digital pelo professor, Marcolla (2011) procurou identificar como as tecnologias de informação e comunicação são apropriadas nos processos escolares e os reflexos da cultura escolar nesse

movimento. Essa pesquisa foi realizada com alunos, professores e servidores do curso técnico integrado de Manutenção e Suporte em Informática, na modalidade EJA. O estudo revelou que as TICs devem ser integradas no âmbito escolar não apenas como ferramentas tecnológicas de ensino, mas como parte integrante do processo de ensinar, de modo a propiciar o diálogo e a interlocução entre professor e aluno.

Outra pesquisa relacionada a esse tema foi a de Richit (2010), que se propôs a analisar a apropriação de conhecimentos *pedagógico-tecnológicos* em Matemática por professores da Educação Básica considerando os processos que perpassam essa apropriação, o modo como o movimento das políticas públicas impacta no desenvolvimento profissional docente e os ecos da experiência na cultura e prática cotidiana desses professores. O estudo centrou-se nas observações da prática pedagógica dos sujeitos e no contexto de uma prática formativa semipresencial na modalidade curso de extensão. Ficou expresso nesse trabalho que a compreensão desse processo abrange diferentes aspectos, tais como: as perspectivas dos professores em relação à formação para uso pedagógico das tecnologias de acordo com a realidade educacional e política em que estão envolvidos, os processos que decorrem da apropriação desses conhecimentos, a implementação de novas práticas e os reflexos dessa apropriação na cultura e prática docente posterior.

O estudo de Borges (2009) analisou como ocorre a apropriação de tecnologias digitais pelo sujeito e como se configura esse processo. Primeiramente, a pesquisadora realizou um estudo do termo apropriação em diversas áreas do conhecimento e a seguir, um estudo do curso de formação do “Projeto Gestão Escolar e Tecnologias”. A análise dos dados textuais de Memoriais Reflexivos elaborados pelos gestores educacionais participantes da pesquisa, apontaram que: a presença dos princípios norteadores do Pensamento Complexo sinaliza o processo de apropriação tecnológica como um processo complexo; a apropriação tecnológica não está nem no indivíduo e nem nas tecnologias, mas nas relações que se formam entre sujeito, objeto e o “outro”; e que a apropriação se configura em espiral, num movimento ascendente, realizado com a mediação do computador, pares e professores.

Em sua investigação, Rodriguez (2006) analisou o movimento de apropriação das tecnologias digitais por um grupo de pessoas adultas escolarizadas, os agentes comunitários de saúde. Os resultados obtidos sinalizaram que não basta somente

disponibilizar recursos tecnológicos para que os aprendizes se apropriem deles. São vários os fatores que influem no processo de apropriação do indivíduo e do grupo, de modo que é necessário utilizar-se de uma série de estratégias políticas, educacionais e metodológicas. Mais importante do que propiciar o acesso às tecnologias, é garantir o acesso ao conhecimento, à expertise e à educação para que a apropriação tecnológica aconteça.

Interessante observar o quanto as trilhas seguidas por pesquisadores comprometidos com a Educação, cada qual dentro das suas áreas de interesse, acabam por se encontrar e enriquecer o debate. Foi o que aconteceu com esses trabalhos, apesar de algumas diferenças. Finalizando esse mapeamento, vale destacar que a imersão na análise dessas pesquisas contribuiu para o amadurecimento da nossa investigação e direcionou os encaminhamentos teóricos escolhidos, apresentados no próximo capítulo.

TEORIA E PESQUISA: UMA RELAÇÃO DE CUMPLICIDADE

Se não sabemos quem somos, não haverá base para um pensamento correto. Se não nos conhecemos, não poderá haver transformação. A transformação do mundo efetua-se a partir do próprio indivíduo, produto e parte da existência humana.

MORAES (2002)

O nosso olhar na realização deste trabalho centrou-se nos aspectos relacionados aos conhecimentos necessários para a docência, procurando compreender como são desenvolvidos e apresentados. Em relação a essa temática, buscamos suporte teórico em Shulman (1986; 1987), Mishra e Koehler (2006) e Koehler e Mishra (2009). Além dos conhecimentos mobilizados pelos professores, suscitamos reflexões acerca do processo de apropriação pelo indivíduo, na tentativa de entender como se dá a apropriação de tecnologias digitais pelo professor. Para respaldar esse aspecto da pesquisa, construímos um referencial teórico baseado nos estudos de Leontiev (2004). Na sequência, para subsidiar a metodologia do estudo, optamos pela constituição de grupos de estudos, na perspectiva de Murphy e Lick (1998), como uma modalidade de educação continuada.

2.1 OS CONHECIMENTOS NECESSÁRIOS PARA A DOCÊNCIA

O conhecimento profissional docente tem sido o foco de estudos de vários pesquisadores para tentar compreender como o professor organiza e estrutura o pensamento. No Brasil, a introdução da temática dos saberes da docência teve origem, inicialmente, nas obras de Tardif et al. (1991), de Shulman (1986) e de Gauthier et al. (1998); e, posteriormente, pela divulgação dos trabalhos de pesquisadores brasileiros - Freire (2002); Masetto (1998); Pimenta (1998) e Cunha (2004) - e europeus - Perrenoud (2000).

De acordo com Dumont (2008), o conhecimento profissional do professor pressupõe saberes teóricos e experiência. Nessa concepção, tal conhecimento não

precisa ser tratado unicamente como racional e teórico tampouco como prático e indutivo. Dumont (2008, p. 16) ressalta que o conhecimento profissional docente é aquele

que permite ao professor gerenciar as informações de que dispõe e adequá-las estrategicamente, de acordo com o que pode perceber de cada situação, em cada momento, sem perder de vista os objetivos educacionais. No entanto, o conhecimento profissional se expressa em um processo de saber-fazer em uma situação concreta, isto é, é o conhecimento que favorece o exercício autônomo e responsável de todas as funções profissionais nas quais o contexto é considerado imprevisível e imponderável.

Nesse sentido, os professores necessitam de uma base de conhecimentos para servir como alicerces nas tomadas de decisão e na realização do seu trabalho. Essa base de conhecimentos é constituída por um conjunto de compreensões, conhecimentos, habilidades e disposições necessárias para atuação efetiva em situações específicas de ensino e de aprendizagem. Para a construção dessa base de conhecimentos, vários pesquisadores como Shulman (1986) e Mishra e Koehler (2006) propuseram modelos para explicar suas posições sobre os conhecimentos pedagógicos e tecnológicos necessários ao conteúdo específico.

2.1.1 Contribuições de Shulman: o conhecimento pedagógico do conteúdo (*PCK*)

Shulman (1986) foi um dos precursores das pesquisas no campo dos saberes docentes. Até a década de 60, as pesquisas eram voltadas especialmente para o conhecimento que os professores deveriam ter sobre sua disciplina. Posteriormente, o foco deixou de ser “o que ensinar” para ser o “como ensinar”. A questão dos saberes docentes começou a ganhar expressividade no âmbito dos pesquisadores em meados dos anos 80, principalmente após os relatórios apresentados nos Estados Unidos pelo Grupo Holmes (1986) e pelo *Carnegie Task Force on Teaching as a Profession* (1986) expondo a insatisfação com a educação americana, especialmente com as faculdades de educação, pela má formação dos futuros professores (BORGES, 2001).

Diante dessa situação, Shulman e seus colaboradores implementaram, nessa mesma década, nos Estados Unidos, o programa “Desenvolvimento do Conhecimento no Ensino” (*Knowledge growth in Teaching*), no qual introduziram

fundamentos no campo educacional valorizando um ensino baseado na compreensão, na transformação e na reflexão. Sobre esse programa, Borges (2001, p. 61) declarou

[...] que o programa de Shulman, no âmbito dos estudos que ficaram conhecidos entre nós como *knowledge base*, seguiu produzindo e servindo de referência para as reformas educativas americanas durante toda a década de 1990.

Na tentativa de desfazer a ambiguidade entre “o que ensinar” e o “como ensinar”, principalmente no sentido de retomar o reconhecimento do saber do professor sobre aquilo que fundamenta o conteúdo do ensino e da aprendizagem, Shulman (1986) se interessou em investigar o conhecimento que os professores têm dos conteúdos de ensino e como esses conteúdos se transformam durante o ensino. Ele apresentou um estudo no qual buscava introduzir diferentes classificações, reconhecendo as diversas abordagens teórico-metodológicas que orientaram e orientam as pesquisas sobre o ensino de um modo geral, sobre a docência mais particularmente, e sobre os saberes dos docentes propriamente ditos.

Em seu estudo relacionado ao *knowledge base* (conhecimento de base), Shulman sinalizou que a natureza dos projetos de formação nas reformas educacionais e dos projetos de avaliação e certificação dos professores baseava-se meramente em agrupar habilidades e conhecimentos disciplinares e pedagógicos indispensáveis às práticas do professor no seu contexto escolar. O autor fez críticas à pesquisa desenvolvida até aquele momento.

A partir do que chamou de *missing paradigm* (paradigma perdido)¹⁰, Shulman analisou as questões relacionadas com a maneira como os professores transformam os conteúdos específicos que dominam em ensino. Demonstrou que não existe uma relação entre o que se ensina (a matéria ou o conteúdo) e o como se ensina (a metodologia). Para o autor, a “ausência” de especificidade da matéria contribuiu para que os estudos focassem as questões metodológicas e comportamentais referentes ao ensino, e não ao conteúdo a ser ensinado. O interesse de Shulman consistia em saber como determinados conhecimentos e as estratégias de ensino interagem nas mentes dos professores. Para o autor, as pesquisas sobre o conhecimento docente devem, além de focarem as questões pedagógicas, investigar como os professores tratam o conteúdo que se propõe a ensinar.

¹⁰ Tradução nossa.

Como já começamos a investigar a complexidade da compreensão do professor e a transmissão de conhecimento do conteúdo, a necessidade de um quadro teórico mais coerente tornou-se evidente. Quais são os domínios e categorias de conhecimento do conteúdo na mente dos professores? Como, por exemplo, o conhecimento do conteúdo e conhecimento pedagógico geral estão relacionados? Em quais formas os domínios e categorias de conhecimento estão representados na mente dos professores? Quais são as melhores formas de aumentar a aquisição e o desenvolvimento de tal conhecimento? (SHULMAN, 1986, p. 9, tradução nossa¹¹).

Os estudos de Shulman (1987) mostram que os conhecimentos de base para a docência são constituídos a partir da interação do conhecimento do conteúdo específico com o conhecimento pedagógico geral. Nesse sentido, ele destaca sete categorias de conhecimentos que compõem essa base para o ensino:

1. conhecimento do conteúdo (*content knowledge*): refere-se aos conteúdos de um dado campo do conhecimento, da matéria que o professor leciona; esse conhecimento exige a compreensão de conceitos, fatos, processos, procedimentos, justificativas, além de favorecer o professor na identificação das dificuldades dos alunos diante de algum conceito;
2. conhecimento pedagógico geral (*general pedagogical knowledge*): está relacionado aos princípios que vão além de uma área específica; inclui conhecimentos de teorias e princípios relacionados aos processos de ensinar e de aprender; compreende o conhecimento das estratégias utilizadas no planejamento, na gestão e organização da sala de aula e de todo o contexto educacional; abrange todo o conhecimento que o professor tem do programa de ensino, dos materiais e métodos.
3. conhecimento pedagógico do conteúdo (*pedagogical content knowledge*): refere-se ao conhecimento construído constantemente pelo professor ao ensinar a matéria, uma vez que implica saber como ocorre a aprendizagem de alguns conceitos; trata-se de um conhecimento em que o professor estabelece uma relação de autoria; é aprendido no exercício profissional, mas não descarta os outros conhecimentos que o professor adquire através de cursos, programas, seminários etc.; resulta da combinação gerada no

¹¹ *As we have begun to probe the complexities of teacher understanding and transmission of content knowledge, the need for a more coherent theoretical framework has become rapidly apparent. What are the domains and categories of content knowledge in the minds of teachers? How, for example, are content knowledge and general pedagogical knowledge related? In which forms are the domains and categories of knowledge represented in the minds of teachers? What are promising ways of enhancing acquisition and development of such knowledge?* (SHULMAN, 1986, p. 9)

processo de interação do conhecimento do conteúdo específico e do conhecimento pedagógico geral;

4. conhecimento do currículo (*curricular knowledge*): refere-se ao conhecimento de programas de ensino e de materiais instrucionais relacionados a um assunto específico; esse conhecimento se caracteriza pela habilidade de articular o conteúdo com os objetivos e os materiais que auxiliam na aprendizagem. Shulman (1986) divide o conhecimento do currículo em lateral e vertical; o lateral refere-se à habilidade do professor para relacionar o conteúdo de sua disciplina ou atividade com tópicos abordados em outras áreas do conhecimento; o vertical é a competência do professor para estabelecer relações entre os tópicos do seu currículo e os dos anos anteriores e posteriores, bem como os materiais de apoio indicados;
5. conhecimento dos alunos e de suas características;
6. conhecimento dos contextos educacionais;
7. conhecimento dos objetivos, das finalidades e dos valores educacionais (seus fundamentos filosóficos e históricos).

Dentre essas categorias, Shulman (1987, p. 8¹²) afirma que

[...] o conhecimento pedagógico do conteúdo é de especial interesse porque identifica os corpos distintos de conhecimento para o ensino. Ela representa a integração do conteúdo e da pedagogia em uma compreensão de como assuntos específicos, problemas ou questões são organizados, representados e adaptados aos diversos interesses e habilidades dos alunos, e apresentado para o ensino. [...] é a categoria mais favorável para distinguir o entendimento de um especialista e de um pedagogo, sobre o conteúdo.

Shulman ressalta que a base de conhecimento para o ensino não tem caráter fixo e definitivo e destaca que quanto mais aprendemos “[...] sobre o ensino, mais reconhecemos as novas categorias de desempenho e entendimento que caracterizam os bons professores e permitem reconsiderar e redefinir outras áreas” (SHULMAN, 1987, p.12, tradução nossa¹³). O autor fornece uma visão geral da base

¹² [...] *pedagogical content knowledge is of special interest because it identifies the distinctive bodies of knowledge for teaching. It represents the blending of content and pedagogy into an understanding of how particular topics, problems, or issues are organized, represented, and adapted to the diverse interests and abilities of learners, and presented for instruction. Pedagogical content knowledge is the categories most likely to distinguish the understanding of the content specialist from that of the pedagogue* (SHULMAN, 1987, p.8).

¹³ *As more is learned about teaching, we will come to recognize new categories of performance and understanding that are characteristic of good teachers, and will have to reconsider and redefine other domains* (SHULMAN, 1987, p.12).

de conhecimento para o ensino, examina as fontes desta base e explora os processos de raciocínio e as ações de aprendizagem que os professores usam a partir desse conhecimento.

Há pelo menos quatro fontes principais da base de conhecimento para o ensino (SHULMAN, 1987, p. 8, tradução nossa):

1. formação acadêmica na disciplina a ser ensinada – conhecimentos baseados em dois fundamentos: a literatura e estudos acumulados em cada uma das disciplinas e o conhecimento acadêmico histórico e filosófico sobre a natureza do conhecimento nesses campos de estudo;
2. os materiais e o local do processo educativo institucionalizado – conhecimentos gerados a partir dos currículos, livros didáticos, organização escolar, financiamento e estrutura da profissão docente;
3. pesquisa sobre educação, organizações sociais, aprendizagem humana, ensino e desenvolvimento e outros fenômenos sócio-culturais que influenciam o trabalho docente – conhecimentos adquiridos no corpo da literatura acadêmica dedicada à compreensão dos processos de educação, ensino e aprendizagem;
4. a sabedoria da própria prática – conhecimentos aflorados da própria prática.

O conhecimento pedagógico do conteúdo foi considerado por Shulman como fundamental para a atuação do professor, uma vez que traz ao fazer docente, uma especificidade que resulta da associação de fontes diversas. Essas fontes referem-se às áreas do conhecimento acadêmico a partir das quais os professores podem chegar tanto à compreensão como à forma de organizar o conhecimento em sua mente. Ensinar é essencialmente uma profissão e, portanto, o professor, como membro de uma comunidade acadêmica, no exercício da função docente, precisa

[...] compreender as estruturas do assunto ensinado, os princípios de organização conceitual, bem como os princípios de investigação que ajudam a responder dois tipos de questões em cada área: O que são, nesta área do conhecimento, ideias e habilidades importantes? e Como aqueles que geram conhecimento nesta área incorporam novas ideias e descartam o defeito? Ou seja, Quais são as regras e os procedimentos de um bom conhecimento e pesquisa acadêmica? (SHULMAN, 1987, p. 9, tradução nossa¹⁴).

¹⁴ [...] understand the structures of the subject matter, the principles of conceptual organization, and the principles of inquiry that help answer two kinds of questions in each field: What are, the important ideas and skills in this domain? and How are new ideas added and deficient ones dropped by those who produce knowledge in this area? That is, what are the rules and procedures of good scholarship or inquiry? (SHULMAN, 1987, p.9).

Além dessa compreensão, o professor necessita conhecer bem os conteúdos que ensina e reconhecer as estratégias para que eles sejam compreendidos e tenham significados para os alunos. Segundo Shulman (1987, p. 9, tradução nossa¹⁵),

[...] o professor deve não somente compreender profundamente o assunto específico que ensina, mas também ter uma educação geral abrangente que sirva como base para a aprendizagem adquirida previamente e como um recurso que facilita a aquisição de um novo conhecimento. Os professores têm uma responsabilidade especial em relação ao conhecimento do conteúdo, por ser a principal fonte de compreensão da matéria para os alunos. A maneira pela qual essa compreensão é passada aos alunos mostra o que é essencial em um assunto e o que é desnecessário.

Na proposta de Shulman, as categorias que compõem a base para o ensino estão interligadas formando uma “teia” de conhecimentos, de modo que o professor, para adquirir um conhecimento, necessita mobilizar esse conjunto de categorias. Vale ressaltar que, embora o autor afirme que o professor precisa conhecer bem os conteúdos que ensina, assegura que a maneira de conhecê-los não precisa ser como a dos cientistas. Ele considera que é fundamental o professor reconhecer as estratégias com as quais os conteúdos são compreendidos e adquirem significados para os alunos.

Shulman não focou os conhecimentos matemáticos em seus estudos, mas outros pesquisadores empenharam-se nessa discussão. Ball, Thames e Phelps (2008), fundamentados nos estudos de Shulman (1986), desenvolveram o conceito de Conhecimento Matemático para o Ensino - *Mathematical Knowledge for Teaching (MKT)*. Em duas pesquisas direcionadas para o ensino de Matemática e para a Matemática usada para o ensino, esses autores se preocuparam em identificar, na prática dos professores, quais os conhecimentos que eles deveriam dominar para exercer a “arte” de ensinar. A partir desses estudos, esses pesquisadores levantaram novos pressupostos sobre o conceito de conhecimento pedagógico do conteúdo e aprimoraram o conceito de conhecimento do conteúdo para o ensino.¹⁶

¹⁵ [...] *teacher must not only depth of understanding with respect to the particular subjects taught, but also a broad liberal education that serves as framework for old learning and as facilitator for new understanding. as a mechanism that facilitates the acquisition of a new understanding. The teacher has special responsibilities in relation to content knowledge, serving as the primary source of student understanding of subject matter. The manner in which that understanding is communicated conveys to students what is essential about a subject and what is peripheral*” (SHULMAN, 1987, p. 9).

¹⁶ Mais detalhes sobre o conhecimento matemático para o ensino, ver Ball, Thames e Phelps (2008).

Em se tratando de tecnologias digitais, Shulman (1986; 1987) não desconsiderou situações envolvendo esses recursos quando propôs a base de conhecimentos para a docência. Quaisquer tecnologias utilizadas pelo professor em suas práticas são consideradas pelo autor como materiais de apoio que auxiliam na aprendizagem. Assim, ao articular o conteúdo com os objetivos e os materiais, sejam eles digitais ou analógicos, o professor mobiliza o conhecimento denominado por Shulman de conhecimento do currículo (*curricular knowledge*). No entanto, as constantes inovações tecnológicas mudaram o perfil da escola e a questão pedagógica ficou mais complexa, exigindo dos professores mais do que simplesmente aprender a usar as ferramentas disponíveis.

Diante disso, Mishra e Koehler (2006) perceberam a necessidade de ampliar essa base, uma vez que o conhecimento da tecnologia tornou-se um aspecto importante do conhecimento geral do professor. Assim, na seção seguinte, apresentaremos a proposta desses autores, na qual eles destacam as relações entre conteúdo, pedagogia e tecnologia.

2.1.2 Contribuições de Mishra e Koehler: o conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo (*TPACK*)

O desenvolvimento acelerado das tecnologias digitais tem cada vez mais trazido novos desafios à escola e aos professores, alterando a maneira de o sujeito ensinar e aprender. Nesse cenário, cada vez mais é necessário repensar os caminhos da Educação. A cada tecnologia que surge, o professor entra em uma “zona de risco” e se vê necessitando de novos conhecimentos para enfrentar essa situação de imprevisibilidade e incerteza (PENTEADO, 2012). Trata-se de um contexto muito diferente das conceituações anteriores sobre o conhecimento dos professores, quando as tecnologias eram padronizadas (livro, giz, lousa, máquina de escrever, etc.) e relativamente estáveis.

A maioria das tecnologias pedagógicas tradicionais é caracterizada pela especificidade e pela clareza de suas funções, ou seja, um lápis é para a escrita, enquanto um giz serve para escrever no quadro-negro. Tais recursos não mudaram muito ao longo do tempo, mantiveram-se estáveis, com funcionamento simples e

diretamente relacionado à sua função (MISHRA; KOEHLER, 2006). Sobre essas tecnologias os autores destacam também que

Poderia se esperar que a tecnologia utilizada pedagogicamente em um assunto específico permaneceria relativamente estável ao longo do tempo. Dessa forma, os professores poderiam concentrar-se nas variáveis relacionadas ao conteúdo e à pedagogia e ter a certeza que os contextos tecnológicos não mudariam tanto ao longo de sua carreira como professor. Este novo contexto tem, em primeiro plano, a tecnologia de uma forma que não poderia ter sido imaginada há alguns anos atrás (MISHRA; KOEHLER, 2006, p. 1024, tradução nossa¹⁷).

Desde a década de 80, as tecnologias vêm ocupando uma posição de vanguarda no discurso educativo, principalmente as digitais. A rapidez com que os recursos digitais evoluem, impede que suas funções se tornem rapidamente visíveis e os professores possam aprender as novas técnicas e habilidades antes de se tornarem obsoletas (MISHRA; KOEHLER, 2006).

Segundo Bruce e Hogan¹⁸ (1998 apud MISHRA; KOEHLER, 2006, p. 1023), as tecnologias tradicionais utilizadas na sala de aula tinham-se tornado “transparente”, ou seja, as suas funções já eram comuns para os professores e não foram sequer consideradas como tecnologias. Em contrapartida, as tecnologias essencialmente digitais emergidas nesse contexto agregam *hardware*, *software*, artefatos e mecanismos novos, os quais requerem mais domínio de seu funcionamento pelo professor.

Em vista disso, Mishra e Koehler (2006) apresentaram uma estrutura conceitual fundamentada nas formulações de Shulman (1986) sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo, tendo como foco o professor integrando a tecnologia ao ensino, destacando as relações entre conteúdo, pedagogia e tecnologia. De acordo com esses autores, saber usar a tecnologia não é o mesmo que saber ensinar com a tecnologia. A tecnologia à qual eles se referem aplica-se tanto às digitais quanto às analógicas. No entanto, na literatura atual, o foco das pesquisas concentra-se mais nas tecnologias digitais, visto que, pela sua natureza, apresenta características

¹⁷ The use of technology for pedagogy of specific subject matter could be expected to remain relatively static over time. Thus, teachers could focus on the variables related to content and pedagogy and be assured that technological contexts would not change too dramatically over their career as a teacher. This new context has foregrounded technology in ways that could not have been imagined a few years ago. (MISHRA; KOEHLER, 2006, p. 1024).

¹⁸ BRUCE, B. C.; HOGAN, M. C. The disappearance of technology: Toward an ecological model of literacy. In: REINKING, D.; MCKENNA, M. C.; LABBO, L. D.; KIEFFER, R. D. (Eds.), **Handbook of Literacy and Technology: Transformations in A Post- typographic World**. New Jersey: Erlbaum, 1998. pp. 269–281.

próprias que podem simplificar ou dificultar os caminhos de aplicação no ensino. Na percepção de Mishra e Koehler (2006, p. 1018, tradução nossa¹⁹), não é tarefa fácil desenvolver uma teoria para a tecnologia educacional. Sobre isso, eles afirmam que

O desenvolvimento de uma teoria para a tecnologia educacional é difícil, porque requer um conhecimento detalhado das relações complexas que são contextualmente vinculadas. Além disso, é difícil estudar a causa e o efeito quando professores, salas de aula, políticas e objetivos curriculares variam de caso para caso.

A base de conhecimentos proposta por Shulman foi fundamental para a categorização de conhecimentos proposta por Mishra e Koehler (2006) e ainda é uma realidade para a Educação, no entanto, o que mudou desde a década de 1980 refere-se à posição que a tecnologia vem ocupando no âmbito educacional.

Mishra e Koehler (2006) afirmam que, em geral, o conhecimento da tecnologia é tratado separadamente do pedagógico e do conteúdo (figura 1). Eles ressaltam também que a abordagem *TPACK* não foi uma novidade, visto que outros pesquisadores argumentaram que o conhecimento tecnológico não pode ser abordado fora do contexto e que um ensino mais promissor requer uma compreensão de como a tecnologia se relaciona à pedagogia e ao conteúdo.

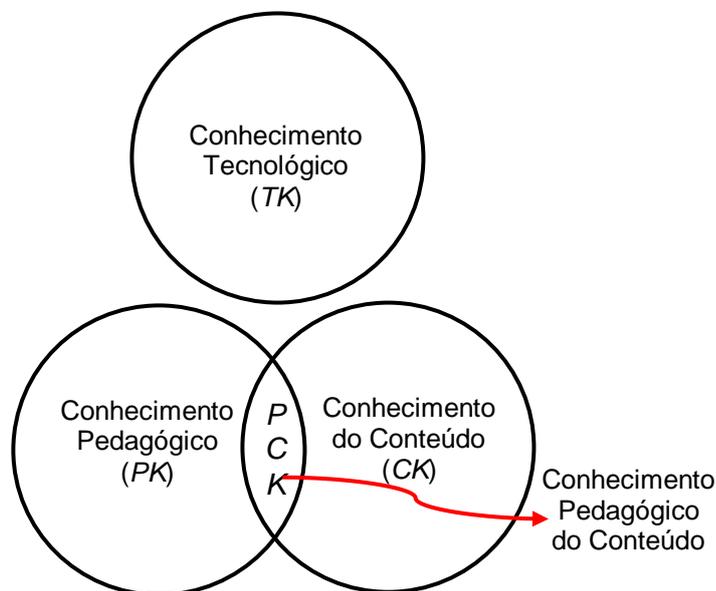


Figura 1: Conhecimento Tecnológico separado do PCK
Fonte: Adaptado de Mishra e Koehler (2006, p.1 024)

¹⁹ *Developing theory for educational technology is difficult because it requires a detailed understanding of complex relationships that are contextually bound. Moreover, it is difficult to study cause and effect when teachers, classrooms, politics, and curriculum goals vary from case to case* (MISHRA; KOEHLER, 2006, p. 1018).

Assim, Mishra e Koehler (2006) acrescentaram à tríade proposta por Shulman (1986) o componente “conhecimento tecnológico” (*TK*), dando origem a dois pares de conhecimentos: o conhecimento pedagógico tecnológico (*TPK*) e o conhecimento tecnológico do conteúdo (*TCK*), além de uma nova tríade na interseção: o conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo (*TPACK*).

No modelo *TPACK*, representado na figura 2, cada conhecimento é importante para o ensino, todavia, eles não são tratados isoladamente. A forma de interpretar a articulação entre esses conhecimentos consiste em, além de olhar cada um isoladamente, observar as relações imbricadas em cada par e nos três em conjunto.

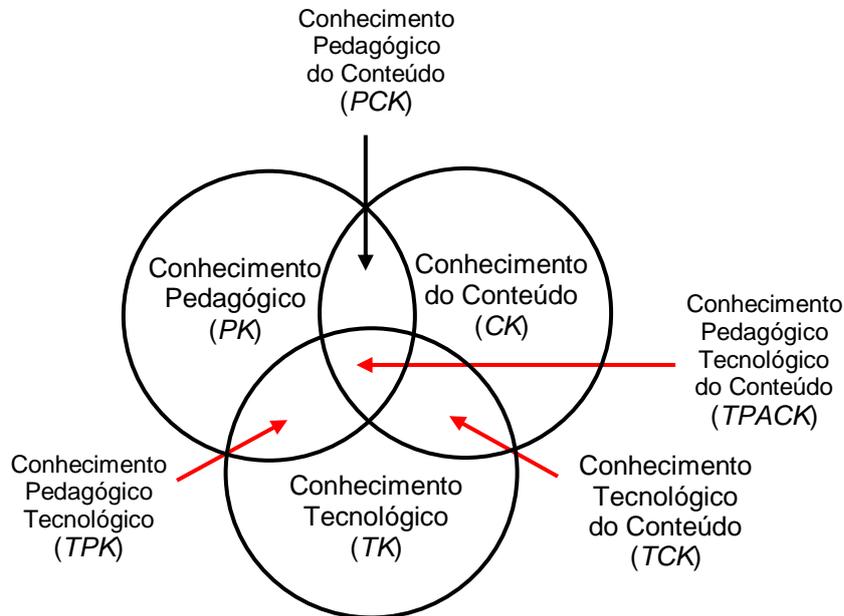


Figura 2: Modelo *TPACK*
Fonte: Vieira e Lobo da Costa (2013, p. 5 355)

Observamos nessa estrutura que, uma proposta de ensino satisfatória, mediado pela tecnologia, requer que o professor crie, mantenha e estabeleça um equilíbrio entre todos esses componentes do conhecimento. Para melhor compreendermos os conhecimentos²⁰ mobilizados e construídos pelo grupo de estudos participante desta pesquisa, vamos, a seguir, detalhar esses conceitos.

O *TK* (conhecimento tecnológico) envolve a habilidade de operar com determinada tecnologia ao realizar uma tarefa. No caso das tecnologias digitais, inclui saber ligar e desligar o computador, salvar arquivos, instalar programas, utilizar

²⁰ Os componentes *PK*, *CK* e *PCK* foram detalhados na seção 2.1.1, p. 40.

redes sociais, enviar e receber *e-mail*, conhecer o sistema operacional, conhecer as ferramentas dos *software* etc. Esse conhecimento é dinâmico, uma vez que, a cada tecnologia que surge, o sujeito precisa de novo conhecimento para adaptar-se a ela. Por conta disso, não é possível definir com precisão esse tipo de conhecimento, que, entretanto,

[...] permite que uma pessoa realize uma variedade de tarefas diferentes usando a tecnologia da informação e desenvolva diferentes maneiras de realizar uma determinada tarefa. Esta conceituação de *TK* não postula um "estado final", mas vai desenvolvendo, evoluindo ao longo da vida na interação com a tecnologia (KOEHLER; MISHRA, 2009, p. 64, tradução nossa²¹).

O *TCK*²² (conhecimento tecnológico do conteúdo) permite compreender como a tecnologia e o conteúdo estão relacionados. A aquisição desse conhecimento permite ao professor não só ter o domínio do conteúdo da disciplina que ensina como também definir a maneira pela qual esse conteúdo vai se relacionar com a tecnologia aplicada. Koehler e Mishra (2009, p. 65, tradução nossa²³) esclarecem que

Compreender o impacto da tecnologia sobre as práticas e sobre os conhecimentos de uma determinada disciplina é fundamental para o desenvolvimento de ferramentas tecnológicas apropriadas para fins educacionais. A escolha de tecnologias pode influenciar ou restringir o conteúdo a ser ensinado. Do mesmo modo, certos conteúdos podem limitar os tipos de tecnologias que podem ser utilizadas.

O *TPK* (conhecimento pedagógico tecnológico) possibilita perceber a abordagem de ensino e aprendizagem quando determinada tecnologia é utilizada e se ela é adequada ao desenvolvimento de estratégias. Um aspecto importante desse conhecimento é que permite saber como as tecnologias podem ser exploradas pedagogicamente de maneiras diferentes, de acordo com o contexto e com os objetivos. Assim, a construção do *TPK*, segundo Koehler e Mishra (2009,

²¹ [...] enables a person to accomplish a variety of different tasks using information technology and to develop different ways of accomplishing a given task. This conceptualization of *TK* does not posit an "end state," but rather sees it developmentally, as evolving over a lifetime of generative, open-ended interaction with technology (KOEHLER; MISHRA, 2009, p. 64).

²² A tradução da sigla *TCK* não atendeu as regras literais, uma vez que esse componente, na proposta de Mishra e Koehler (2006) envolve o conhecimento tecnológico do conteúdo e não o conhecimento do conteúdo tecnológico.

²³ Understanding the impact of technology on the practices and knowledge of a given discipline is critical to developing appropriate technological tools for educational purposes. The choice of technologies affords and constrains the types of content ideas that can be taught. Likewise, certain content decisions can limit the types of technologies that can be used (KOEHLER; MISHRA, 2009, p. 65).

p. 65, tradução nossa),²⁴ demanda “[...] uma compreensão mais profunda dos limites e das abordagens das tecnologias e dos contextos disciplinares em que a sua função é necessária”.

Finalmente, o *TPACK*²⁵ (conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo) é a base para um ensino eficaz com tecnologia e envolve a integração das habilidades dos três componentes que o compõem. Tal conhecimento requer do professor, segundo Koehler e Mishra (2009, p. 66, tradução nossa),²⁶

[...] uma compreensão da representação de conceitos utilizando tecnologias; técnicas pedagógicas para ensinar de forma construtiva o conteúdo; conhecimento do que faz os conceitos serem difíceis ou fáceis de aprender com o uso de tecnologia e de como a tecnologia pode ajudar a corrigir alguns dos problemas que os alunos enfrentam; conhecimento do conhecimento prévio dos alunos e das teorias da epistemologia; e o conhecimento de como as tecnologias podem ser usadas para construir sobre os conhecimentos existentes, para desenvolver novas epistemologias ou fortalecer as antigas.

Observamos, então, que o processo de integração e tecnologias no ensino envolve a construção do *TPACK*. Entretanto, segundo esses autores, não há uma solução única a ser aplicada nos diferentes contextos. As soluções encontram-se na habilidade do professor em transitar pelos diferentes espaços definidos pelos três componentes do conhecimento – conteúdo, pedagogia e tecnologia – e construir interações entre esses elementos em contextos próprios.

No contexto da presente pesquisa, tendo como guia as estruturas conceituais de Shulman (1986; 1987), Mishra e Koehler (2006) e Koehler e Mishra (2009), observamos os conhecimentos mobilizados e construídos pelas professoras ao longo dos encontros do grupo. Para compreender o processo de apropriação de tecnologias digitais das professoras no decorrer dos encontros, a próxima seção traz a concepção de apropriação na perspectiva de Leontiev (2004).

²⁴ [...] a deeper understanding of the constraints and affordances of technologies and the disciplinary contexts within which they function is needed (KOEHLER; MISHRA, 2009, p. 65).

²⁵ A sigla do modelo *TPCK* foi renomeada *TPACK* (pronuncia-se "tee-pack") para enfatizar os três conhecimentos e mostrar que estes três domínios não devem ser considerados de forma isolada, mas sim formando um todo integrado, ou seja, um "pacote total", para ajudar os professores a tirar proveito da tecnologia com objetivo de melhorar a aprendizagem do estudante (THOMPSON; MISHRA, 2007-2008).

²⁶ [...] requiring an understanding of the representation of concepts using technologies; pedagogical techniques that use technologies in constructive ways to teach content; knowledge of what makes concepts difficult or easy to learn and how technology can help redress some of the problems that students face; knowledge of students' prior knowledge and theories of epistemology; and knowledge of how technologies can be used to build on existing knowledge to develop new epistemologies or strengthen old ones (KOEHLER; MISHRA, 2009, p. 66).

2.2 APROPRIAÇÃO: CAMINHOS PARA O USO DE TECNOLOGIA DIGITAL

Procurar compreender o processo de apropriação de tecnologia digital no ensino de Geometria por professores dos anos iniciais de escolaridade foi um desafio para nós. De acordo com o “Dicionário UNESP do Português Contemporâneo”,²⁷ o termo apropriação refere-se ao ato de tornar seu, fazer-se dono ou apossar-se. No “Dicionário da Língua Portuguesa”,²⁸ apropriação significa ação ou efeito de apropriar-se, de tornar-se próprio ou de apropriar-se de alguma coisa sem dono. Assim, no contexto desta pesquisa, considerando que as participantes não utilizavam tecnologias digitais em suas práticas pedagógicas no ensino de Geometria, era nosso desejo que elas “tomassem posse” desses recursos tecnológicos, de modo a planejar, elaborar e dinamizar atividades de Geometria em suas aulas.

Podemos pensar também em apropriação como integrar algo à maneira de ser de cada indivíduo. Nesse sentido, é possível considerar que o processo de apropriação perpassa os mais diversos campos do conhecimento humano - tais como o teológico, o artístico, o filosófico, o linguístico, o social e o gestual -, levando o ser humano a atingir novos patamares em seu desenvolvimento.²⁹

Na tentativa de compreender como se dá tal processo, analisamos os escritos de Leontiev (2004) sobre apropriação em seu livro “O desenvolvimento do psiquismo”, especialmente no capítulo “O homem e a cultura”. Em sua obra, Leontiev resgata a ideia de Vygotsky³⁰ sobre a natureza sócio-histórica do psiquismo humano, segundo a qual não é só a linguagem a mediadora do desenvolvimento e da aprendizagem, mas também a atividade. Nessa perspectiva, Leontiev defende que a natureza e o desenvolvimento dos processos psíquicos e aptidões humanas são resultados da atividade, no sentido marxiano do termo. Isso corresponde a dizer que o trabalho, atividade especificamente humana, refere-se a um processo que aproxima o homem da natureza.

²⁷ BORBA, Francisco S. (Org.). **Dicionário UNESP do Português Contemporâneo**. Curitiba, Piá, 2011.

²⁸ BECHARA, Evanildo. **Dicionário da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2011.

²⁹ Para mais detalhes sobre apropriação nos diversos campos do conhecimento humano ver Borges (2009).

³⁰ “A teoria histórico-cultural ou sociocultural do psiquismo humano de Vygotsky, também conhecida como abordagem sociointeracionista, toma como ponto de partida as funções psicológicas dos indivíduos, as quais classificou de elementares e superiores, para explicar o objeto de estudo da sua psicologia: a consciência.” (LUCCI, 2006, p.7).

O trabalho é primeiramente um ato que se passa entre o homem e a natureza. O homem desempenha aí para com a natureza o papel de uma potência natural. As forças de que o seu corpo é dotado, braços e pernas, cabeças e mãos, ele as põe em movimento a fim de assimilar as matérias, dando-lhes uma forma útil à sua vida. Ao mesmo tempo que age por este movimento sobre a natureza exterior e a modifica, ele modifica a sua própria natureza também e desenvolve as faculdades que nele estão adormecidas (MARX, 1996, p. 180, *apud* LEONTIEV, 2004, p. 80).

No entendimento de Leontiev, as atividades são formas pelas quais o homem interage com o mundo, planejando e buscando objetivos, intencionalmente, por meio de ações delineadas *a priori*. Para o autor, qualquer objeto do mundo material ou intelectual é fruto da ação do homem, e o homem, agindo sobre esses objetos, humaniza o mundo, ou seja, suas aptidões e conhecimentos vão cristalizando-se em seus produtos. Portanto, cada indivíduo, ao nascer, encontra um mundo cercado de objetos e de fenômenos criados pelas gerações que o antecederam e, conseqüentemente, nesse contexto, ele

[...] apropria-se das riquezas deste mundo participando no trabalho, na produção e nas diversas formas de atividade social e desenvolvendo assim as aptidões especificamente humanas que se cristalizaram, encarnaram nesse mundo (LEONTIEV, 2004, p. 284).

Em consonância com os pressupostos da ontologia do ser social de Marx e apoiando-se nos estudos de Vygotsky, Leontiev (2004, p. 279) afirma que “[...] o homem é um ser de natureza **social**, que tudo o que tem de humano nele provém da sua vida em **sociedade**, no seio da **cultura** criada pela humanidade” (grifo do autor). Embora os fatores biológicos herdados do homem signifiquem, de certa maneira, uma das condições da formação das suas funções e faculdades psíquicas, para Leontiev, não há aptidões e características específicas do ser humano que tenham sido transmitidas por hereditariedade biológica, mas sim adquiridas ao longo da vida por um processo de apropriação da cultura produzida pelas gerações anteriores.

Por conseguinte, Leontiev (2004, p. 290) concebe o processo de apropriação como “o resultado de uma atividade efetiva do indivíduo em relação aos objetos e fenômenos do mundo circundante, criados pelo desenvolvimento da cultura humana”. De acordo com o autor, os homens constroem o mundo material e este acumula suas habilidades desenvolvidas ao longo de suas ações sobre esse mundo. Ao transformá-lo, novamente os homens atuam sobre esse mundo, internalizando as

habilidades deixadas pelas gerações anteriores e deixando novas habilidades cristalizadas em novos instrumentos para as gerações posteriores.

Segundo Leontiev (2004, p. 180), “o instrumento não é para o homem um simples objeto de forma exterior determinada [...]; ele manifesta-se-lhe como um objeto no qual se gravam modos de ação, operações de trabalho socialmente elaboradas”, ou seja, um objeto é concebido como instrumento quando sua função está inserida no contexto da prática social, carregando em si um significado socialmente estabelecido. Portanto, dispor de um instrumento não significa apenas possuí-lo, mas dominar as ações impregnadas no objeto material de realização. Conforme relata Leontiev (2004, p. 323):

Por operação, entendemos o modo de execução de uma ação. A operação é o conteúdo indispensável de toda a ação, mas não se identifica com a ação. Uma só e mesma ação pode realizar-se por meio de operações diferentes, e, inversamente, ações diferentes podem ser realizadas pelas mesmas operações. Isso explica-se pelo fato de que enquanto uma ação é determinada pelo seu fim, uma operação depende das condições em que é dado este fim.

Nessa configuração, percebemos um mundo em constante movimento, em processo contínuo de transformação. Para se apropriar dos objetos ou fenômenos desse mundo, faz-se necessário realizar uma atividade na qual as ações e as operações estejam relacionadas a eles e retrate as características e os indícios da atividade corporificada no objeto ou no fenômeno. Entretanto, Leontiev (2004) ressalta que para se apropriar dos resultados dessa atividade, ou seja, para gerar deles suas aptidões, o indivíduo deve relacionar-se com os produtos (materiais, intelectuais ou ideais) do mundo circundante por meio da intermediação de outros homens, num processo de comunicação uns com os outros. As ações cristalizadas no uso social dos objetos são apreendidas pelas novas gerações no contato com um indivíduo mais experiente. Inicialmente, tais ações são externas ao sujeito e, para transformarem-se em internas, é necessário estabelecer relações com outras pessoas. Em se tratando das relações entre os indivíduos, Leontiev tem como referência os estudos de Vygotsky (1998), que dão destaque à interação social no processo de construção das funções psicológicas humanas. Segundo Vygotsky, a relação com o outro, em qualquer atividade humana, contribui substancialmente para o processo de construção do ser psicológico individual.

Os estudos de Vygotsky apontam que as relações entre desenvolvimento e aprendizagem têm um papel importante, especialmente na educação. Para o autor,

há dois níveis de desenvolvimento da criança: um define funções que já amadureceram e mostra a solução de problemas pela criança de forma mais independente – *nível de desenvolvimento real*; o outro se refere à capacidade da criança em desempenhar tarefas com a ajuda de pessoas que dominam mais o assunto, isto é, nesse nível são definidas as funções que ainda não amadureceram, mas estão em processo de maturação – *nível de desenvolvimento proximal*.

Na visão de Vygotsky, no *nível de desenvolvimento proximal*, a criança é estimulada a desenvolver funções que ainda não amadureceram, mas estão em processo de amadurecimento. Nesse nível, o processo de maturação em constante transformação permitirá que aquilo que a criança foi capaz de fazer com o auxílio de alguém hoje, ela será capaz de realizar sozinha amanhã. Para o autor, esse nível é o que melhor traduz o desenvolvimento mental da criança.

Leontiev (2004) empreendeu pesquisas sobre o desenvolvimento do psiquismo da criança em relação à apropriação da linguagem. Segundo o autor, o desenvolvimento mental da criança se constitui no decorrer da comunicação e, diante disso, a criança se comunica verbalmente muito cedo com as pessoas a sua volta. Ela conhece as palavras e começa a compreender o seu significado e a utilizá-las em sua linguagem. Assim como a produção de objetos, a fala, também produto da atividade das gerações precedentes, é a mais fundamental forma de linguagem humana. Processos de apropriação das operações de palavras, seus significados e a fonética da língua são desencadeados na aquisição da linguagem. Isso equivale a afirmar que, para se apropriar da linguagem, a criança a utiliza como sua língua durante seu desenvolvimento e nela formam-se aptidões e funções exclusivas do ser humano, tais como compreender a linguagem e falar, e funções como o ouvido verbal e a articulação.³¹ Desse modo, quando a criança se apropria de um instrumento, no caso a linguagem, significa que ela utilizou-se dele corretamente, isto é, realizou uma atividade adequada em relação ao instrumento. Contudo, tal atividade não se forma por si só na criança, mas por meio da comunicação prática e verbal com as pessoas ao seu redor, uma vez que o indivíduo é determinado pelas interações sociais, ou seja, pela relação com o outro (VYGOTSKY, 1998). Ratificando a concepção de Vygotsky, Leontiev (2004, p. 290) argumenta que

³¹ A formação do ouvido verbal no indivíduo se dá a partir dos órgãos do ouvido e dos órgãos que participam da articulação. Contudo, somente a presença de sons verbais no mundo que o cerca pode explicar que nele se forme o ouvido verbal (LEONTIEV, 2004).

“a criança não está de modo algum sozinha em face do mundo que a rodeia. [...]; a sua atividade está sempre inserida na **comunicação**” (grifo do autor). Portanto, a apropriação da linguagem representa a condição mais importante do desenvolvimento mental da criança, visto que a experiência histórico-social das gerações precedentes não se limita apenas a objetos materiais, mas estende-se à palavra e à linguagem. Segundo Leontiev (2004, p. 348), “é sob essa forma que surge à criança a riqueza do saber acumulado pela humanidade”. Vale salientar que embora tais estudos tenham-se voltado para a apropriação da linguagem, de maneira análoga, podemos inferir que esse processo mental também ocorre quando o indivíduo se insere em contextos com recursos tecnológicos digitais.

A atividade prática pode instigar o desenvolvimento cognitivo quando o indivíduo busca se apropriar de um objeto por meio de ações, uma vez que elas sempre envolvem ação intelectual. É possível que assim o indivíduo construa seu próprio conhecimento sobre as funções acumuladas no respectivo objeto, A comunicação oriunda da atividade coletiva dos homens, ou sob a forma interiorizada, constitui condição indispensável ao processo de apropriação, pelos indivíduos, dos conhecimentos adquiridos ao longo da história da humanidade.

Assim, na compreensão de Leontiev (2004, p. 287), o processo de apropriação dos objetos, ou fenômenos que são o produto do desenvolvimento histórico, apresenta como característica principal a criação de novas aptidões e novas funções. Portanto, o autor salienta que “a apropriação dos instrumentos implica [...], uma reorganização dos movimentos naturais instintivos do homem e a formação das faculdades motoras superiores”.³²

Nesta pesquisa, a tecnologia digital é considerada o **objeto** desenvolvido na **cultura humana** com a qual o professor está em atividade num movimento de apropriação (Leontiev, 2004, grifo nosso). Ao se apropriar de tecnologias digitais, utilizando-as corretamente, formam-se no professor ações e operações motoras e mentais necessárias ao seu uso. Como explica Rodriguez (2006, p. 38, grifo do autor), nesse movimento, “o sujeito de posse do ‘objeto’ o adaptaria ao seu próprio uso, bastando para isso conhecer sua **natureza**. Entretanto, o conhecimento da

³² As funções psicológicas superiores são aquelas que caracterizam o funcionamento psicológico humano, tais como, ações conscientemente controladas, atenção voluntária, memorização ativa, pensamento abstrato, comportamento intencional (OLIVEIRA, 2004).

natureza do objeto está também relacionado à utilidade que este possui para o ser humano”.

Conhecer a natureza do objeto não é tão simples assim. As tecnologias digitais transformando constantemente suas características e funções, tanto na estrutura física quanto na lógica, desfavorece o processo de apropriação pelos professores, que se veem constantemente num movimento de aprendizagem, visto que nem bem conseguem dominar uma tecnologia, logo ela se torna obsoleta. Sendo assim, é fundamental proporcionar aos docentes situações relacionadas ao uso do “objeto” computador, situações essas que possibilitem a criação de “aptidões novas” e funções psíquicas novas, resultando daí a “reprodução”, pelo indivíduo, de caracteres, faculdades e modos de comportamentos humanos formados ao longo de sua história, de modo a favorecer a apropriação.

De acordo com Leontiev (2004, p. 191), as ações com os recursos digitais podem levar o sujeito a se apropriar do objeto, na medida em que “a apropriação da experiência sócio-histórica acarreta uma modificação da estrutura geral dos processos de comportamento e do reflexo, forma novos modos de comportamento e engendra formas e tipos de comportamentos verdadeiramente novos”.

Compreender o processo de apropriação de tecnologias digitais, não como um fim em si mesmo, mas como um espaço de repensar, refletir e inovar os processos de ensino e de aprendizagem faz-nos imaginar a figura do professor numa posição de protagonista desse processo, tomando como base as suas necessidades, concepções e crenças. Partindo dessa perspectiva, projetos para investigar o processo de apropriação das tecnologias digitais pelos professores e a integração de tecnologias digitais nas práticas pedagógicas têm sido desenvolvidos por pesquisadores em vários países.

Conforme destaca Espíndola, Struchiner e Giannella (2010), dentre os vários modelos existentes, os mais destacados na literatura do campo da tecnologia educacional são o *Difusion of Innovation* (ROGERS, 1995, 2003)³³ e o *Concernsbased Adoption Model – CBAM* (HALL; HORD, 1989, 2006).³⁴

³³ Esse modelo busca caracterizar como uma inovação é divulgada em alguns canais de comunicação, dentre os membros de algum grupo social, como também investigar a evolução destes indivíduos desde que conhecem a inovação em questão até sua adoção ou rejeição (ESPÍNDOLA; STRUCHINER; GIANNELLA, 2010).

³⁴ Esse modelo, fundamentado na psicologia cognitiva, trata de dois aspectos do processo de integração de tecnologias: os aspectos emocionais, expressos nos tipos de preocupações dos professores; e os comportamentais, caracterizando os níveis de uso da inovação (ESPÍNDOLA; STRUCHINER; GIANNELLA, 2010).

Segundo Espíndola, Struchiner e Giannella (2010), esses modelos serviram de base para o desenvolvimento de outros modelos relacionados especificamente ao processo de integração de tecnologias digitais, tais como os de: *The Apple Classroom of Tomorrow – ACOT* (SANDHOLTZ; RINGSTAFF; DEWYER; 1991) e *Levels of Technology Implementation - LoTI* (MOERSCH, 1995).

O projeto *Apple Classroom of Tomorrow (ACOT)*³⁵ foi desenvolvido, ao longo de dez anos (1985 -1995), por professores de cinco escolas primárias e secundárias dos Estados Unidos para o uso de computadores nas práticas de sala de aula. Esse estudo concluiu que o processo de apropriação, assim como a sua integração nas atividades curriculares, não é simples, demanda tempo e acontece gradativamente, em cinco estágios. Segundo Sandholtz, Ringstaff e Dwyer (1997), os resultados obtidos nessa pesquisa sinalizaram que no decorrer do processo de apropriação tecnológica os professores se deparam com inúmeros conflitos, relacionados tanto à profissão quanto às suas crenças pessoais sobre a educação e sobre como atuar em sala de aula. Tais resultados reforçam a percepção de Almeida e Valente (2011, p. 46) de que “a passagem da pedagogia baseada na instrução para a criação de ambientes de aprendizagem baseados nas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) não é trivial e não acontece por decreto”.

O Modelo *LoTi* (MOERSCH, 1995) tinha como objetivo analisar o contexto específico da integração de tecnologias no ensino em programas de formação de professores para o uso de Tecnologias de Informação e Comunicação. Esse projeto baseou-se nos níveis de uso do modelo *CBAM* e dos resultados produzidos pelo projeto *ACOT*. Segundo Moersch (1995) os professores também passam por níveis de evolução quando integram tecnologia ao seu processo de ensino. Em 2001, seis anos após a criação desse modelo, Moersch (2001) reuniu quatro pesquisas de seu grupo de estudos para investigar os resultados de sua aplicação. Nesse contexto, o autor constatou que aproximadamente 70% dos professores dos Estados Unidos usavam computadores na sala de aula para realizarem tarefas que não exploravam a cognição dos alunos. A abordagem de ensino com o uso de tecnologia era a tradicional. Somente cerca de 14% dos professores alcançavam os níveis mais elevados do modelo *LoTi*, integrando recursos da tecnologia para promover práticas inovadoras e desafiadoras de modo a levar o aluno a refletir e tomar decisão.

³⁵ Esse projeto foi financiado pela *Apple Computer, National Science, Foundation e pela New America Schools Development Corporation* em conjunto com a *National Alliance for Restructuring Education*.

Além dos projetos acima citados, Niess et al. (2009) desenvolveram, ao longo de quatro anos, um programa utilizando como base o modelo *TPACK* (*Technological Pedagogical Content Knowledge*) - conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo de Mishra e Koehler (2006), no qual são destacadas as relações entre conteúdo, pedagogia e tecnologia.

Para integrar uma tecnologia que ainda não tinha sido integrada por professores de Matemática, Niess et al. (2009) reformularam o modelo de processo de decisão e inovação (*innovation-decision process*) proposto por Rogers (1995)³⁶. Esses autores observaram e analisaram o desenvolvimento profissional de professores de Matemática ao utilizarem a planilha eletrônica em suas práticas pedagógicas. As análises os conduziram à elaboração de uma proposta na qual os professores evoluem no decorrer de um processo de cinco níveis (Quadro 1) ao aprenderem a integrar uma determinada tecnologia no ensino e aprendizagem de Matemática.

Níveis	Habilidades
Conhecimento	Os professores são capazes de usar a tecnologia e reconhecer a adequação da tecnologia com os conteúdos de Matemática, mas ainda não integram a tecnologia no ensino e aprendizagem de Matemática.
Persuasão	Os professores formam uma atitude favorável ou desfavorável em relação à utilização de tecnologia apropriada no ensino e aprendizagem de Matemática.
Decisão	Os professores se envolvem em atividades que os levam a aprovar ou rejeitar a utilização de uma determinada tecnologia no ensino e na aprendizagem de Matemática.
Implementação	Os professores integram de forma ativa a tecnologia adequada no ensino e na aprendizagem de Matemática.
Confirmação	Os professores avaliam os resultados da decisão de integrar uma determinada tecnologia no ensino e na aprendizagem de Matemática.

Quadro 1: Níveis de desenvolvimento apoiados no *TPACK* (Niess et al., 2009)
Fonte: Acervo Pessoal

O Comitê de Tecnologia da Associação de Educadores e Professores de Matemática (AMTE – *Association of Mathematics Teachers Educators*) considerou esses cinco níveis para integrar a tecnologia no ensino e na aprendizagem de Matemática e elaborou um esquema (Figura 3) para pensar sobre o *TPACK* proposto por Mishra e Koehler (2006).

³⁶Mais informações ver ROGERS, E. M. Diffusion of innovations. New York, Free Press. **Educational Researcher**, v.15, n.2, p. 4-14, 1995.

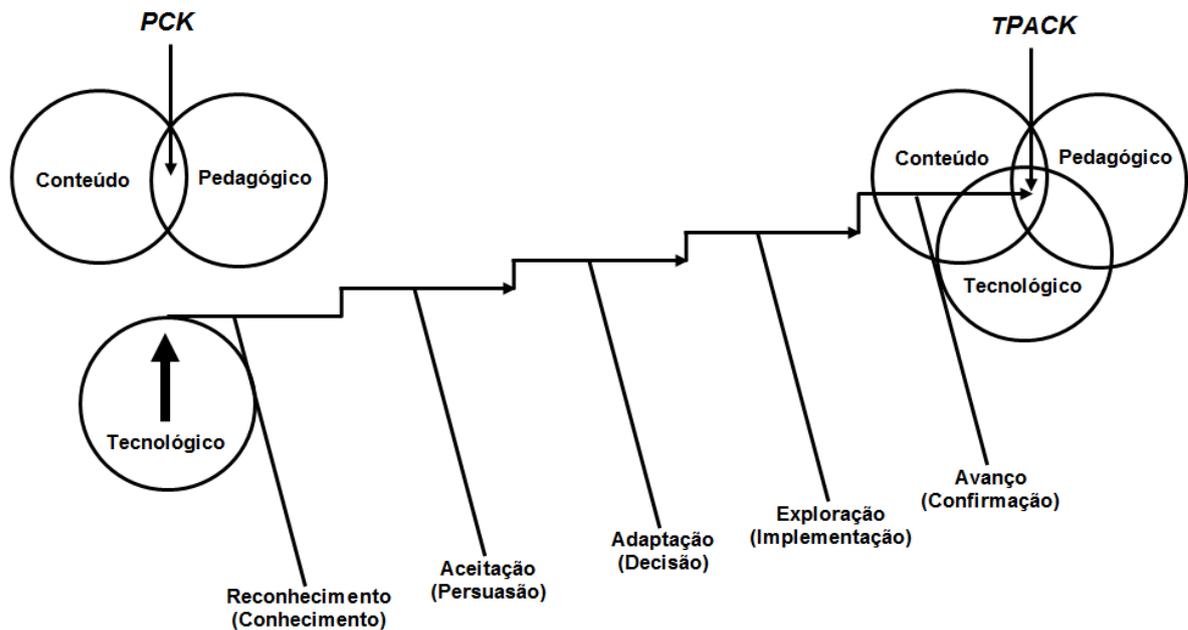


Figura 3: Esquema elaborado pelo Comitê de Tecnologia da AMTE

Fonte: Adaptado de Mathematics Teacher *TPACK* Standards and Development Model (Niess et al., 2009)

Nesse esquema, os professores se envolvem à medida que desenvolvem seu conhecimento e compreensão sobre as várias bases de conhecimento - tecnologia, conteúdo e pedagogia. Com a evolução dessas bases, o conhecimento que emerge do professor é o descrito como *TPACK*. Assim sendo, ao atingir o nível Avanço, correspondente ao nível Confirmação na proposta de Niess et al. (2009), o professor mobiliza o conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo (*TPACK*). Nesse nível, ele já utiliza a tecnologia adequada nos processos de ensino e de aprendizagem de Matemática, e é capaz de avaliar os resultados da integração dessa tecnologia em suas práticas pedagógicas.

Observamos, nesses projetos, cenários de integração de tecnologias pelos professores em suas práticas pedagógicas sinalizando que as experiências docentes não seguem modelos prontos, mas variam de acordo com os indivíduos e os contextos envolvidos.

No contexto desta pesquisa, como líder do grupo de estudos, tive como meta, possibilitar às professoras oportunidades de “tornar sua” as tecnologias digitais utilizadas, apropriar-se das operações motoras que nelas estão cristalizadas e aprender a integrá-las às aulas de Matemática. Entretanto, não nos preocupamos em verificar se as professoras atingiram os níveis estabelecidos por

Niess et al (2009), embora esse estudo teórico tenha sido relevante no sentido de nos alertar que a apropriação ocorre em processo e de forma individual.

Retomando a concepção de apropriação (LEONTIEV, 2004) e o modelo *TPACK* de Mishra e Koehler (2006) e Koehler e Mishra (2009), observamos aspectos convergentes. O modelo sugerido por Mishra e Koehler apresenta os conhecimentos que o professor precisa mobilizar para pensar em integrar as tecnologias ao ensino. A discussão de Leontiev nos leva a entender como o professor pode apropriar-se da tecnologia digital de modo a integrá-la em suas práticas pedagógicas.

Em atividade com a tecnologia digital (objeto), os professores interagem com o aplicativo e realizam ações e operações à medida que constroem seus conhecimentos sobre os vários componentes – conteúdo, pedagogia e tecnologia. Esses componentes se entrelaçam e eles produzem o conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo. No entanto, só a interação com o aplicativo não é suficiente. Convém destacar a importância do papel do líder do grupo de estudos como mediador da aprendizagem, instigando o professor a mobilizar e construir seus conhecimentos.

Por sua vez, Leontiev sinaliza que, além da linguagem, a atividade é mediadora do desenvolvimento e da aprendizagem. Por meio da atividade, o indivíduo interage com os objetos, internalizando as habilidades já incorporadas anteriormente e deixando outras para gerações futuras. O autor ressalta que a apropriação de um objeto por um indivíduo se configura quando as ações e operações sobre o objeto são inseridas no contexto da prática social e adequadas a ele, que passa a ser um instrumento para o indivíduo. Assim, se o professor, ao praticar uma atividade com o uso da tecnologia digital (objeto), realizar ações e operações adequadas a essa tecnologia e inseri-las no contexto, de modo a gerar o conhecimento pedagógico e tecnológico do conteúdo, esse objeto (tecnologia digital) passa a ser um instrumento para esse professor e, conseqüentemente, o professor se apropria dessa tecnologia.

Considerando que a pesquisa em pauta envolveu um grupo de estudos de professoras, a seção seguinte traz considerações teóricas sobre essa abordagem, destacando as concepções de alguns pesquisadores.

2.3 GRUPO DE ESTUDOS: A UNIÃO FAZ A FORÇA

As mudanças nos processos de ensino e de aprendizagem têm grandes possibilidades de serem alcançadas com a participação e o compromisso dos professores em processos formativos.

Algumas pesquisas têm evidenciado que o trabalho com grupos de estudos de professores promove um ambiente no qual cada integrante aprende de forma consciente com os parceiros e com suas próprias reflexões (MURPHY E LICK, 1998; GIMENES, 2006; LIMA, 2009; SILVA, 2010; PRADO E LOBO DA COSTA, 2012).

Prado e Lobo da Costa (2012, p. 4) entendem que o grupo de estudos, considerado como um “processo formativo” que se articula de modo eficaz com a prática, não apresenta características de um curso formal e nele, de um modo geral, “[...] o professor participa de maneira voluntária, ou seja, parte da necessidade e do interesse em vivenciar um movimento de reflexão e aprendizado”. Essas autoras também destacam a necessidade de a formação continuada de professores considerar o contexto da escola, “local onde o professor trabalha, aprende, desaprende e reaprende na experiência docente diária” (PRADO E LOBO DA COSTA, 2012, p.5)

Constituir um grupo de estudos é um processo que demanda a mobilização conjunta dos participantes e, por conseguinte, requer o envolvimento de sujeitos comprometidos com o mesmo propósito, visto que o importante, segundo Murphy e Lick (1998), é que os participantes tenham metas e objetivos em comum. Na concepção dos referidos autores, esse trabalho de cooperação e participação proporciona um ambiente propício ao crescimento pessoal e profissional, por possibilitar o aprendizado, o contato com os colegas, a troca, o compartilhamento de ideias e opiniões, a ajuda mútua, a participação efetiva nas questões próprias do grupo e o comprometimento entre os pares. Murphy e Lick (1998, p. 2, tradução nossa³⁷) também esclarecem que a abordagem de um grupo de estudos traz resultados positivos para a prática pedagógica na medida em que possibilita aos “[...] professores liberdade e flexibilidade para explicar, inventar e avaliar práticas que têm o potencial de atender às necessidades dos estudantes [...]”.

³⁷ [...] teachers the freedom and flexibility to explicate, invent, and evaluate practices that have the potential to meet the needs of their students [...] (MURPHY; LICK, 1998, p. 2).

Assim como Murphy e Lick (1998), Ponte (1992, p. 225), entende que

A dinâmica de grupo assume um papel importante porque proporciona aos professores, através da discussão, um sentido de comunidade que lhes dá força contra as resistências de todos os tipos, estimula a expressão individual e o confronto de perspectivas, argumentos e modelos concretos.

Giemenes e Penteado (2008) relatam que outro aspecto proporcionado pelo grupo de estudos é a possibilidade de o professor pensar como as práticas pedagógicas estão sendo realizadas e a oportunidade para discutir e refletir com seus pares sobre o contexto educacional no qual está inserido, ou seja, partilhar os problemas vivenciados no cotidiano escolar.

Em relação a isso, Barbosa (2011) salienta que o momento de discussão entre o pesquisador e os participantes do grupo de estudos sobre uma atividade desenvolvida pelas crianças promove um ambiente de revisão e (re)significação da prática e dos saberes, tanto de quem narra quanto de quem ouve.

O processo de reflexão a partir da discussão com seus pares possibilita ao professor questionar-se sobre o que está sendo desenvolvido com os alunos, conhecer a metodologia utilizada e os recursos adotados para alcançar os objetivos. A esse respeito, Mädche e Mallmann (2006, p. 13) ressaltam que, por meio da discussão, o grupo de estudos

[...] vai construindo uma consciência teórica sobre o fazer pedagógico, na medida em que desvenda e revela, nas discussões que empreende, sua forma de entender, trabalhar e conceber sua prática no cotidiano da escola. Falando e escutando, refletindo e entendendo, a teoria e a prática vão se (re)conformando e tomando nova arquitetura e nova tessitura.

Nesse sentido, podemos afirmar que, no contexto de grupo de estudos, o sujeito se (re)configura como parceiro, vivenciando experiências na busca de metas em benefício próprio e do grupo como um todo.

Para a organização de um grupo de estudos, Murphy e Lick (1998) sugerem algumas orientações que, uma vez cumpridas, podem contribuir para o crescimento pessoal e profissional dos participantes:

- ⇒ formar o grupo de estudos com, no máximo, seis componentes, pois no trabalho com pequenos grupos os participantes se sentem mais à vontade;
- ⇒ observar a heterogeneidade na composição do grupo, pois o fundamental é que todos os elementos tenham o mesmo interesse;

- ⇒ estabelecer e programar uma agenda de reuniões, visto que é preferível realizar os encontros do grupo em um curto período de tempo, sem intervalo, do que planejar um período maior, com interrupções como as férias, por exemplo;
- ⇒ discutir e determinar normas para o grupo, tais como pontuar a responsabilidade de cada participante e combinar os horários de início e fim dos encontros;
- ⇒ traçar um plano de ação para estabelecer um consenso quanto ao desenvolvimento do plano das reuniões, assim como sua revisão e ajustes e, se necessário, alterações no encaminhamento;
- ⇒ estabelecer um rodízio de líderes; por exemplo, a mudança de líder por encontro, pois é fundamental que cada participante tenha o mesmo status e não existam relações de hierarquia dentro do grupo;
- ⇒ planejar com antecedência os momentos de transição, isto é, como fica o grupo quando há fechamento de algum assunto, feriados, férias, suspensão de aulas etc.;
- ⇒ realizar a avaliação da eficiência, tanto em relação aos esforços do grupo quanto em relação às questões sobre o plano de ação.

Ao ser constituído o grupo de estudos para esta pesquisa, procuramos contemplar as orientações citadas por Murphy e Lick (1998), tais como o quantitativo de participantes, a observação da heterogeneidade na composição do grupo, a programação da agenda dos encontros, dentre outras, entretanto, não houve um rodízio de líderes, conforme sugerem esses autores. Constatamos nesta investigação que há grupos de estudos que não carecem de mudanças na liderança devido às necessidades apresentadas. Uma característica essencial para o desenvolvimento das atividades no contexto deste estudo refere-se à atuação do pesquisador como líder ao longo dos encontros. Como membro daquele grupo, ele tinha o domínio do assunto e uma intencionalidade pedagógica percebida em suas intervenções, o que não seria possível caso houvesse um rodízio entre as professoras participantes.

Assim, as reflexões geradas neste capítulo nortearam o nosso trabalho nos encontros com o grupo de estudos. Apresentado o referencial teórico norteador da presente pesquisa, mostramos, no próximo capítulo, reflexões acerca do ensino de Geometria com o uso de tecnologias digitais.

ENSINO DE GEOMETRIA NOS ANOS INICIAIS E O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS

O sujeito que narra pode compreender-se, compreendendo o mundo. E compreendendo-se, compreende o outro. A compreensão é um ato dialógico.

BOLZAN (2002)

Este capítulo apresenta, inicialmente, uma breve reflexão sobre o tratamento dado ao ensino de Geometria nos anos iniciais de escolaridade, na perspectiva de alguns educadores brasileiros e dos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997). Em seguida, traz considerações acerca do ensino de Geometria mediado pelas tecnologias digitais, destacando as possibilidades para o trabalho com as figuras espaciais e planas. Para finalizar, caracteriza os *software* utilizados nas atividades desenvolvidas, apresentando a abordagem de utilização.

3.1 ENSINO DE GEOMETRIA NOS ANOS INICIAIS

A Geometria é um campo da Matemática que está relacionado ao nosso cotidiano. No mundo em que vivemos, há uma variedade de formas presentes tanto nos elementos da natureza quanto nos objetos construídos pelo homem. Estudos como o de Miguel e Miorim (1986, p. 66) apontam que “é notável a variedade de formas geométricas que os organismos vivos nos apresentam”. Assim, utilizar-se dos elementos da natureza é uma excelente oportunidade para o professor abordar os conceitos geométricos.

Ao longo da década de 90, educadores matemáticos mostraram preocupação acerca da desvalorização do ensino de Geometria nas escolas e iniciaram um movimento de discussão e reflexão para tentar reverter a situação. A partir do consenso desses pesquisadores sobre a importância do trabalho com noções geométricas desde a pré-escola, observou-se, no final dos anos 90, um processo de

valorização da Geometria que contribuiu para a elaboração dos PCN. Com o despontar dessas novas diretrizes para os currículos nas escolas brasileiras, o ensino de Geometria começou a ter outra configuração em todo o Ensino Fundamental. Lorenzato (1995, p. 5) justifica a importância do ensino de Geometria apresentando o prejuízo da ausência dessa disciplina nas escolas:

[...] para justificar a necessidade de se ter a Geometria na escola, bastaria o argumento de que sem estudar Geometria as pessoas não desenvolvem o pensar geométrico ou o raciocínio visual e, sem essa habilidade, elas dificilmente conseguirão resolver as situações de vida que forem geometrizadas; também não poderão se utilizar da Geometria como fator altamente facilitador para a compreensão e resolução de questões de outras áreas de conhecimento humano. Sem conhecer Geometria, a leitura interpretativa do mundo torna-se incompleta, a comunicação das ideias fica reduzida e a visão da Matemática torna-se distorcida.

De acordo com os PCN (1997, p. 39), o currículo de Matemática para o Ensino Fundamental está sistematizado e organizado em blocos de conteúdos: Números e Operações, Grandezas e Medidas, Espaço e Forma e Tratamento da Informação. Os objetivos e os conteúdos de cada um desses blocos estão detalhados por ciclos. O 1º ciclo corresponde atualmente aos 1º, 2º e 3º anos e o 2º ciclo, aos 4º e 5º anos. Esse documento dá especial relevo aos conceitos geométricos e destaca a sua importância:

Os conceitos geométricos constituem parte importante do currículo da Matemática no Ensino Fundamental porque, através deles, o aluno desenvolve um tipo especial de pensamento que lhe permite compreender, descrever e representar, de forma organizada, o mundo em que vive. A Geometria é um campo fértil para se trabalhar com situações-problema e é um tema pelo qual os alunos costumam se interessar naturalmente.

Tal importância se justifica uma vez que a criança, desde o seu nascimento, está em contato com o mundo. Ao observar, comparar e manipular objetos, ela vivencia situações ligadas à Geometria.

As possibilidades de a criança conhecer a realidade do mundo em que vive dependem das relações que estabelece com o que está ao seu redor, como pessoas, lugares e objetos. Segundo Pires, Curi e Campos (2001), esse é o espaço que a criança percebe e que, posteriormente, lhe possibilitará construir um espaço representativo. Na concepção dessas autoras,

O espaço que percebemos é o espaço que contém objetos perceptíveis por meio dos sentidos – um espaço sensível. O ponto, a reta, o quadrado não pertencem a esse espaço. Podem ser concebidos de maneira ideal, mas rigorosamente, não fazem parte desse espaço sensível (PIRES et al., 2001, p. 29).

Desse modo, o estudo do espaço geométrico e das formas inicia-se a partir do que é percebido até que possa ser concebido pelo indivíduo, ou seja, esse processo é concretizado por meio da percepção das formas geométricas básicas e de suas características. Quando a criança se depara com um ambiente que lhe permite explorar as noções geométricas dos objetos do mundo físico, um mundo de possibilidades se abre para ela. Os PCN (1997, p. 39) contemplam esse fato:

O trabalho com noções geométricas contribui para a aprendizagem de números e medidas, pois estimula a criança a observar, perceber semelhanças e diferenças, identificar regularidades e vice-versa. Além disso, se esse trabalho for feito a partir da exploração dos objetos do mundo físico, de obras de arte, pinturas, desenhos, esculturas e artesanato, ele permitirá ao aluno estabelecer conexões entre a Matemática e outras áreas do conhecimento.

Portanto, para que a criança compreenda as relações geométricas presentes nos objetos a sua volta e possa, no futuro, construir seu espaço representativo, precisa ter acesso a oportunidades de interagir com esses objetos. A relevância dada a essa interação está também referendada nos PCN (1997, p. 81):

É multiplicando suas experiências sobre os objetos do espaço em que vive, que a criança aprenderá a construir uma rede de conhecimentos relativos à localização, à orientação, que lhe permitirá penetrar no domínio da representação dos objetos e, assim, distanciar-se do espaço sensorial ou físico. É o aspecto experimental que colocará em relação esses dois espaços: o sensível e o geométrico. De um lado, a experimentação permite agir, antecipar, ver, explicar o que se passa no espaço sensível, e, de outro, possibilita o trabalho sobre as representações dos objetos do espaço geométrico e, assim, desprender-se da manipulação dos objetos reais para raciocinar sobre representações mentais.

Nesse sentido, Nasser e Tinoco (2004) consideram o conteúdo de Geometria a ser ensinado como um “edifício geométrico” e, como todo edifício, ele deve ter os alicerces firmemente construídos desde os primeiros anos de escolaridade. Segundo as autoras,

Desde o pré-escolar as crianças podem criar a base para o seu edifício geométrico, vivenciando atividades que permitam observar imagens da natureza, como as folhas, que em alguns casos possuem uma simetria perfeita. Devem também explorar o espaço,

comparando objetos com formas geométricas (NASSER; TINOCO, 2004, p. vii).

De acordo com Pais (1996), há quatro elementos fundamentais que intervêm fortemente nos processos de ensino e de aprendizagem da Geometria Plana e Espacial: o objeto, o conceito, o desenho e a imagem mental. No início da aprendizagem, os objetos são a primeira forma de representação dos conceitos geométricos. Por objeto, entende-se o material manipulativo que representa uma forma geométrica. O desenho é a segunda forma de representação desses conceitos e, assim como o objeto, é de natureza essencialmente concreta e particular, conseqüentemente, oposta às características gerais e abstratas dos conceitos. A interpretação de significados com auxílio de desenhos de figuras tridimensionais apresenta um grau de complexidade maior do que aquela feita a partir dos objetos. Conforme ressalta Pais (1996, p.68), “Quer seja na representação de figuras planas ou espaciais, o desenho tem sido, na realidade, uma passagem quase que totalmente obrigatória no processo de conceitualização geométrica”. Para esse autor, o objeto e o desenho são inerentes ao ensino e à aprendizagem da Geometria Plana e Espacial, visto que favorecem a formação de imagens mentais que se caracterizam como uma representação conceitual mais elaborada. Em geral, a formação de imagens é conseqüência do trabalho realizado com objetos e desenhos; portanto, na visão de Pais (1996, p. 70),

Para os interesses do ensino da geometria, são os objetos e os desenhos que podem principalmente estimular a formação de boas imagens e, neste contexto, elas constituem uma terceira forma de representação das noções geométricas.

O objeto e o desenho são mais acessíveis à manipulação dos alunos e constituem recursos que auxiliam um conhecimento de natureza empírica. Nesse sentido, Pais (1996) apresenta seu ponto de vista acerca do desenvolvimento do pensamento geométrico. Baseando-se na análise desenvolvida por Gonseth³⁸ (1945), o autor destaca três aspectos fundamentais do conhecimento geométrico: o intuitivo, o experimental e o teórico. De acordo com o autor, esses três aspectos estão relacionados às imagens mentais, aos objetos (incluindo os desenhos) e aos conceitos e estão imbricados uns sobre os outros assim como os quatro elementos destacados anteriormente no processo de construção teórica vivenciado pelo aluno.

³⁸ GONSETH, F. *La Géométrie et le problème de l' espace*. Neuchatel: Editora Griffon, 1945.

Na concepção de Pais (1996), para a construção do conhecimento teórico dos alunos, é necessário que o professor contemple tanto os aspectos intuitivos quanto os experimentais. Assim, no início da escolarização, é mais indicado que a construção dos conceitos geométricos se dê a partir de atividades que priorizem a experimentação das ideias das crianças por meio de objetos manipuláveis. No entanto, segundo o autor, essa manipulação não deve restringir-se a uma simples atividade lúdica. Espera-se que, com o manuseio, o aluno possa, sob a orientação do professor, descobrir propriedades sobre o ente geométrico subjacente àquele objeto.

Além do manuseio de objetos, a visualização e a representação são elementos essenciais para a construção do pensamento geométrico. Pesquisas, tais como as de Barbosa (2011), Zambon (2010), Carvalho (2010), Dumont (2008) e Etcheverria (2008), assinalam a importância do desenvolvimento dessas habilidades pelos alunos no estudo das figuras espaciais e planas. Segundo Carvalho (2010), a habilidade de representar figuras tridimensionais no plano e de interpretar desenhos que reproduzem os sólidos geométricos constitui uma das etapas do processo de desenvolvimento da visualização espacial dos alunos. A representação mediante desenhos e diagramas permite que o aluno organize suas ideias referentes à imagem mental. A esse respeito, os PCN (1997, p. 127) esclarecem que

O pensamento geométrico desenvolve-se inicialmente pela visualização: as crianças conhecem o espaço como algo que existe ao redor delas. As figuras geométricas são reconhecidas por suas formas, por sua aparência física, em sua totalidade, e não por suas partes ou propriedades.

Em relação ao ensino de Geometria nos anos iniciais de escolaridade, Pavanello (2004) destaca que a abordagem tem sido a de levar o aluno a reconhecer as figuras planas mais presentes no dia a dia e a aplicar fórmulas para o cálculo de suas áreas. A autora esclarece a ideia afirmando que

“[...] as dificuldades dos professores em relação ao tema possivelmente devem estar se refletindo na concepção das crianças, uma vez que elas limitam suas possibilidades de abordagem do tema com seus alunos e, conseqüentemente, a aprendizagem destes” (PAVANELLO, 2004, p. 135).

Reforçando as ideias de Pavanello, Kaleff (1994, p. 21) argumenta que, “apesar de vivermos num mundo tridimensional, a maior parte do material visual geométrico didático que apresentamos às crianças é bidimensional, como por exemplo,

desenhos no papel ou no quadro-negro”. Assim, se a maioria dos objetos que fazem parte do nosso dia a dia é tridimensional, é mais natural iniciar o estudo de Geometria com os alunos a partir das figuras geométricas espaciais.

Com o advento das tecnologias digitais, novas alternativas para o ensino e aprendizagem de Geometria configuram-se no cenário educacional. O caráter exploratório de alguns *software* disponíveis permite aos alunos desenvolver seu espírito de investigação e fazer conjecturas. Na seção seguinte, trazemos algumas considerações acerca do ensino de Geometria mediado pelas tecnologias digitais, destacando as possibilidades para o trabalho com as figuras espaciais e planas.

3.2 TECNOLOGIAS DIGITAIS: PERSPECTIVAS PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA

Na sociedade agrária, a terra constituía o fator-chave em termos de relações de produção; na sociedade industrial, as relações de produção giravam em torno dos meios de produção e da máquina. Atualmente, vivemos numa sociedade em que o conhecimento, matéria-prima da educação, é o “recurso estratégico” (DOWBOR, 2001, p.12) do desenvolvimento moderno e das transformações sociais. É nessa sociedade do conhecimento que o mundo caminha aceleradamente e que, cada vez mais, a distância entre os seres diminui, facilitando a sua comunicação e levando-os a uma nova contextualização do futuro. Portanto, a cada tecnologia que surge, as relações sociais, culturais, econômicas e de trabalho se transformam, enriquecendo a forma de representar, armazenar e comunicar o saber e a informação.

Por muito tempo o processo de ensino ficou centrado no professor, que era o detentor do saber e assumia o papel de transmissor de conhecimentos, fundamentado nos princípios filosóficos e epistemológicos do racionalismo. O aluno, visto como uma tábula rasa, numa atitude de passividade, recebia as informações sem poder esboçar nenhuma reação que demonstrasse um movimento no sentido de discutir, refletir ou contra-argumentar as informações recebidas. Hoje, sabe-se que é necessário dar outras significações ao ensino e à aprendizagem. O momento atual requer uma nova forma de pensar. Não é mais possível manter o “[...] modelo

cartesiano-newtoniano fechado, fragmentado, autoritário, desconectado do contexto, que concebe o sistema educacional e o ser humano como máquinas que reagem a estímulos externos” (MORAES, 2002, p. 54). A configuração é outra. As crianças e os jovens estão inseridos no mundo da mídia digital, das redes, da realidade virtual, portanto, as novas relações com o saber e os novos hábitos culturais exigem a implementação de propostas diferenciadoras que se mantenham integradas com as estratégias cognitivas e emocionais desses indivíduos (VIEIRA, 2003).

Diante desse quadro, um ensino de Geometria provido de significado pode ter, como aliada, a tecnologia digital. A utilização de recursos tecnológicos na exploração de conceitos geométricos demonstra o desejo de mudança no contexto atual dos currículos escolares. Os documentos oficiais, como os PCN (1997, p. 35), recomendam a utilização de tecnologias digitais, no caso, o computador, justificando que

[...] seu caráter lógico-matemático pode ser um grande aliado do desenvolvimento cognitivo dos alunos, principalmente na medida em que ele permite um trabalho que obedece a distintos ritmos de aprendizagem. [...] pode ser usado como elemento de apoio para o ensino (banco de dados, elementos visuais), mas também como fonte de aprendizagem e como ferramenta para o desenvolvimento de habilidades. O trabalho com o computador pode ensinar o aluno a aprender com seus erros e a aprender junto com seus colegas, trocando suas produções e comparando-as.

Com o surgimento das tecnologias digitais, a Informática chegou às escolas e, com ela, se intensificaram as discussões de mudanças de paradigmas. O aprender e o ensinar ganharam novas dimensões e o aluno e o professor puderam assumir novos papéis. Sobre isso Penteadó (2012, p. 309) afirma que:

Falar de inserção de TIC na escola significa considerar que ela mobiliza os atores normalmente presentes no seu cenário e traz consigo muitos outros atores. O movimento, a velocidade, o ritmo acelerado com que a Informática imprime novos arranjos na vida fora da escola caminham para a escola, ajustando e transformando esse cenário e exigindo uma revisão dos sistemas de hierarquia e prioridades tradicionalmente estabelecidos na profissão docente.

Os diversos *software* disponíveis abrem uma gama de possibilidades, modificando as relações entre professor e aluno. A tecnologia incrementada com esse propósito é capaz de potencializar mudanças no paradigma pedagógico à medida que aluno e professor desempenham outros papéis. Nesse caso, eles trabalham juntos, em parceria, num “doar contínuo”, participando ativamente do

processo de construção do conhecimento e adquirindo competências e habilidades. Professor e aluno se aproximam de um novo fazer pedagógico. Um, assumindo o papel de mediador, orientador e facilitador; o outro, livrando-se da inércia de só receber informações para se tornar um aluno ativo e atuante, capaz de interagir com o seu objeto de conhecimento. Nessa perspectiva, Lobo da Costa (2010, p. 103-104) considera que

O professor, como mediador, deve estar centrado prioritariamente na aprendizagem e empreender ações em parceria com os estudantes. [...] é necessário que o professor desenvolva novas atitudes e que, além disso, haja uma mudança também no papel do aluno. O professor [...] deve sair da posição de conhecedor absoluto do tema em estudo e lançar-se no processo de construção do conhecimento, pondo-se em contato direto com seus alunos e, se necessário, pesquisando com eles.

Assim sendo, é fundamental que o professor conheça os aplicativos disponíveis para saber planejar as atividades e fazer as intervenções necessárias durante as aulas. A utilização adequada dos *software* dá aos alunos a oportunidade de, através de uma postura investigativa, criar estratégias de resolução, experimentar, visualizar, abstrair, generalizar, formular suas próprias conjecturas e verificar se são válidas. O sistema educacional reconhece essa importância e dá orientações nesse sentido, como mostram os PCN (1997, p. 35):

Quanto aos *softwares* educacionais, é fundamental que o professor aprenda a escolhê-los em função dos objetivos que pretende atingir e de sua própria concepção de conhecimento e de aprendizagem, distinguindo os que se prestam mais a um trabalho dirigido para testar conhecimentos dos que procuram levar o aluno a interagir com o programa de forma a construir o conhecimento.

Entretanto, dependendo da abordagem adotada pelo professor ao utilizar as tecnologias digitais em suas práticas pedagógicas, o modelo tradicional de ensino continuará o mesmo, apenas com uma nova roupagem. Justificando essa ideia, Prado (1999, p. 23) afirma que “[...] uma concepção educacional não está vinculada a um recurso tecnológico, mas sim aos princípios que norteiam a ação educativa do profissional da educação”.

Como já mencionamos na seção 3.1, a visualização e a representação são elementos importantes para o desenvolvimento do pensamento geométrico. Salientamos também que a habilidade de representar figuras tridimensionais no plano e de interpretar desenhos que reproduzem os sólidos geométricos constitui

uma das etapas do processo de desenvolvimento da visualização espacial dos alunos. Para proporcionar e facilitar essa compreensão, além do uso de materiais manipuláveis e de desenhos em perspectiva, há, atualmente, uma variedade de *software*³⁹ que exploram as figuras planas e espaciais e oferecem inúmeras possibilidades para a representação gráfica, como podemos citar os desenvolvidos na perspectiva da Geometria Dinâmica.

Os *software* de Geometria Dinâmica⁴⁰ têm características próprias. São programas interativos que permitem a criação e manipulação de figuras geométricas a partir de suas propriedades. A interação entre alunos em ambiente de Geometria Dinâmica possibilita o desenvolvimento da capacidade de visualização e observação e, conseqüentemente, o desenvolvimento de habilidades para reconhecer as propriedades e as relações presentes nos objetos geométricos. O aluno adquire uma relação mais próxima com o objeto de estudo, assumindo um papel ativo como construtor do seu conhecimento. Na concepção de Alves (2004), os *software* com esses princípios enriquecem os processos de ensino e de aprendizagem da Geometria, uma vez que possibilitam a precisão e variedade na construção de objetos geométricos, a exploração e descoberta, a visualização ou representação mental de tais objetos e a prova. Há recursos nos *software* de Geometria Dinâmica que fazem a diferença dos demais relacionados ao ensino de Geometria; os alunos podem, por exemplo, mover e transformar as figuras geométricas em tempo real utilizando o recurso “arrastar”. Para Alves (2004), essa possibilidade talvez seja o principal recurso desses aplicativos. Através do clique do mouse sobre um ponto do objeto geométrico construído, é possível manipular, deslocar, aumentar ou diminuir esse objeto. O “arrastar” permite verificar se um objeto geométrico foi construído a partir das propriedades que o definem. Com o “arrastar”, as particularidades da figura geométrica mudam, possibilitando diversas representações e permitindo a observação das propriedades geométricas invariantes. De acordo com Cowper (1994), esse recurso dá um novo formato aos processos de ensino e de aprendizagem, uma vez que se baseia na investigação e possibilita que os conceitos básicos se tornem mais atrativos e de fácil acesso para os alunos.

³⁹ *Cabri-Géomètre, Geometricks, Euklid, Sketchpad, Geoplan, Cinderella, Geogebra, Calques 3D, Wingeometric, Dr. Geo, entre outros.*

⁴⁰ O termo Geometria Dinâmica foi inicialmente usado por Nick Jakiw e Steve Rasmussen da Key Curriculum Press, Inc. com o objetivo de diferenciar este tipo de *software* dos demais *software* de Geometria.

Zulatto (2002) afirma que em atividades investigativas o aluno pode formular suas próprias conjecturas e comprovar se são válidas ou não quando utiliza tecnologias digitais. Segundo a autora, isso é possível por meio das ferramentas do *software* como o recurso “arrastar”, que permite a simulação de diferentes situações da figura construída. Zulatto (2002, p. 6) complementa também que, em geral, os *software* de Geometria Dinâmica “[...] não vêm já prontos [...]. Pelo contrário, ele oferece diversos recursos que só são utilizados se solicitados. E essas solicitações são feitas no decorrer de construções geométricas”.

Em estudo realizado na UFRGS⁴¹, Gravina (1996, p. 13) analisou as dificuldades cognitivas dos alunos ingressantes no curso de Licenciatura em Matemática e apresentou as contribuições que os ambientes mediados por *software* de Geometria Dinâmica podem trazer para superá-las. Em relação a esses aplicativos, a referida autora ressalta que

Nestes ambientes, conceitos geométricos são construídos com equilíbrio conceitual⁴² e figural⁴³ a habilidade em perceber representações diferentes de uma mesma configuração se desenvolve; o controle sobre configurações geométricas leva à descoberta de propriedades novas e interessantes. Quanto às atitudes dos alunos frente ao processo de aprender: experimentam; criam estratégias; fazem conjecturas; argumentam e deduzem propriedades matemáticas. A partir da manipulação concreta, ‘o desenho em movimento’, passa para a manipulação abstrata, atingindo níveis mentais superiores de dedução e rigor e, desta forma, entendem a natureza do raciocínio matemático.

Os caminhos apontados no estudo de Gravina (1996) propõem um tratamento inovador para o ensino de Geometria com auxílio das tecnologias digitais e remetem à proposta de Papert (1986), que, inspirado nas teorias desenvolvidas no campo da Epistemologia Genética de Piaget, elaborou uma teoria educacional denominada Construcionismo, cuja proposta consiste em criar situações para o aluno construir seus conhecimentos por meio de ambientes computacionais.

Além das ideias de Piaget (2004), outros educadores, como Dewey, Freire e Vygotsky, tiveram grande influência na teoria de Papert. Em sua pesquisa, Prado (1999, p. 27) sublinha que

⁴¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

⁴² “A componente conceitual expressa as propriedades que caracterizam uma certa classe de objetos, através de linguagem escrita ou falada e, num maior ou menor grau de formalismo, conforme o nível de axiomatização considerado” (ALVES, 2004, p. 56).

⁴³ “A componente figural é a imagem ou representação mental associada ao conceito (visualização), com movimentos de translação, rotação etc., mantendo invariantes certas relações” (ALVES, 2004, p. 56)..

Os princípios pedagógicos, identificados no construcionismo de Papert, foram inspirados em alguns educadores que há quase 50 anos sinalizaram para atitudes e valores inovadores de uma Pedagogia desenvolvimentista. Muito de seus pressupostos, como aprender fazendo, aprender a aprender, respeitar o interesse do aluno e a aprendizagem significativa, são compatíveis com os princípios de uma aprendizagem construtivista.

Papert (1986) acredita que a tecnologia desempenha um papel fundamental no futuro da educação. No entanto, o seu foco não é a máquina, mas a mente. Sua atenção volta-se para a maneira com que os movimentos intelectuais e culturais se autodefinem e progridem em interação com a máquina. O autor concebe o computador como “[...] um portador de ‘germes’ ou ‘sementes’ culturais cujos produtos intelectuais não precisarão de apoio tecnológico uma vez enraizados numa mente que cresce ativamente” (PAPERT, 1986, p. 23). O autor observa que a criança pode ser vista como construtora de suas próprias estruturas intelectuais. Nesse sentido, ele afirma que

“[...] é a criança que deve programar o computador e, ao fazê-lo, ela adquire um sentimento de domínio sobre um dos mais modernos e poderosos equipamentos tecnológicos e estabelece um contato íntimo com algumas ideias mais profundas da ciência, da matemática e da arte de construir modelos intelectuais” (PAPERT, 1986, p.17-18).

Na concepção do autor, o importante é transformar os computadores em instrumentos flexíveis o suficiente para que os alunos tenham condições de criar para si algo que desperte o desejo de explorar, descobrir, construir e aprender. Contudo, essa construção não precisa acontecer sozinha, mas pode ser mediada por outras pessoas, com apoio material de um ambiente, de uma cultura ou de uma sociedade. Nesse contexto, o papel do professor ganha outra dimensão, uma vez que deixará de ser um simples transmissor de conhecimentos para assumir uma nova postura de mediador e facilitador da aprendizagem. Segundo Papert (1986), aprender a comunicar-se com o computador pode alterar a forma como outras aprendizagens acontecem. O autor percebe, nos recursos computacionais, o caminho para mudanças significativas no desenvolvimento intelectual dos alunos.

Assim, um grupo de pesquisadores do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT-USA), liderado por Papert (1986), desenvolveu a linguagem de programação LOGO, que possibilita a exploração dos princípios construcionistas e propicia ao aluno fazer Matemática por meio de criações de figuras, animações, simulações, entre outras coisas.

Diante disso, percebemos que o melhor caminho para estimular as professoras participantes desta pesquisa a utilizar tecnologias digitais no ensino de Geometria seria proporcionar-lhes um ambiente de aprendizagem baseado nos princípios construcionistas. Portanto, a utilização de *software* nos encontros do grupo de estudos foi uma alternativa que pôde auxiliar esse processo. Dentre os recursos disponibilizados atualmente para o ensino de Geometria, escolhemos os *software SketchUp, Régua e Compasso e Construfig3D* pela facilidade de utilização e interatividade. Ao selecionarmos tais aplicativos, tivemos o cuidado de avaliar qual seria a contribuição de cada um para o ensino de Geometria.

A nossa decisão de utilizar três aplicativos se justifica pela necessidade de abordar os conteúdos de Geometria propostos no plano curricular dos anos iniciais. Considerando que cada *software* tem sua especificidade, foi imprescindível essa variedade de aplicativos para possibilitar a exploração das figuras espaciais, das figuras planas e da planificação de sólidos geométricos. A seguir, apresentaremos as características de cada um deles.

3.2.1 Caracterização dos *software* para o ensino de Geometria: *SketchUp, Régua e Compasso e Construfig3D*

A interatividade é uma característica bem significativa nos *software* escolhidos. A construção das figuras planas e das figuras espaciais em quaisquer desses ambientes favorece, sobremaneira, a descoberta pela exploração.

a) *Software SketchUp*

O *SketchUp*⁴⁴ apresenta um conjunto de recursos e aplicativos que possibilita a criação de modelos em três dimensões (3D) e a exibição das produções a partir de vários pontos de vista. É um aplicativo que opera na plataforma Windows (XP, Vista e versão 7.0) e Mac OS X 10.5 (ou mais recente); os trabalhos nele elaborados

⁴⁴ Mais informações disponíveis em <http://bausketchup.blogspot.com.br>. Acesso em 25 de out. de 2012.

podem ser publicados no *Google Earth*⁴⁵ a qualquer momento. O programa está disponível em duas versões: a versão profissional (PRO) e a versão gratuita (para uso privado e não comercial).⁴⁶ É uma ferramenta intuitiva e de fácil manipulação. Trata-se de um *software* que não foi construído para o ensino de Matemática, mas para profissionais das áreas de design, arquitetura e engenharia, pela facilidade na modelação de formas tridimensionais. A sua manipulação exige o conhecimento de retas, pontos, planos, ângulos, figuras, planas, paralelismo, perpendicularismo, dimensões, enfim, uma série de conceitos geométricos que o torna um programa interessante para ser utilizado na criação de projetos pedagógicos de Geometria.

Na figura 4 apresentamos a tela inicial do *software SketchUp*.

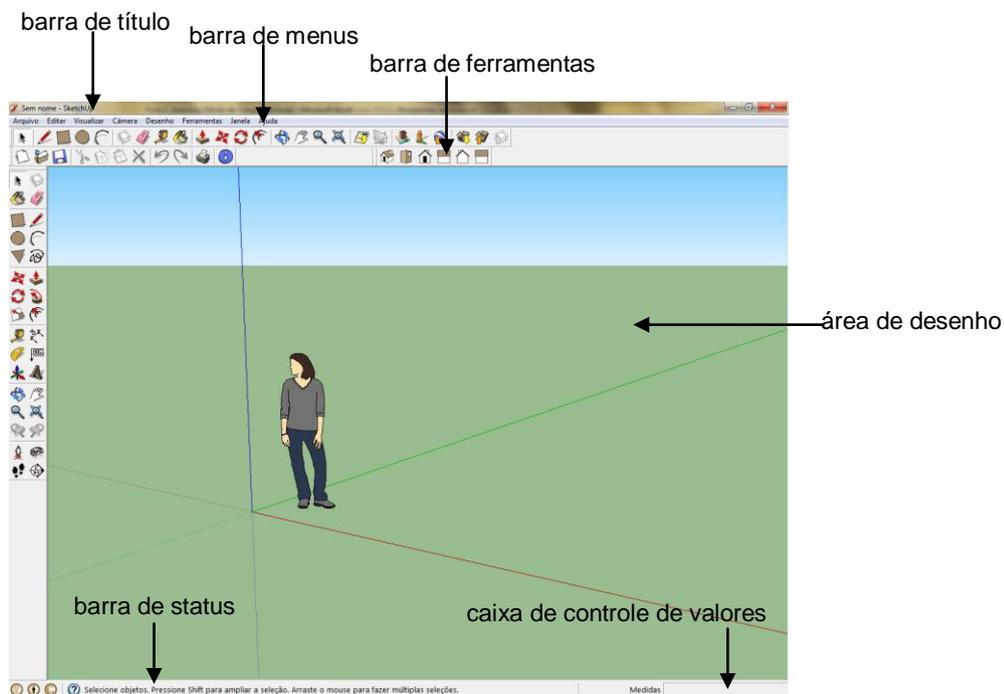


Figura 4: Tela inicial do *SketchUp*
Fonte: Acervo Pessoal

A interface do *software* é simples e oferece um conjunto de ferramentas para a construção de objetos tridimensionais. O aluno pode modificar o sistema de referência espacial, escolher a perspectiva e mudar o ponto de vista para observar e explorar as formas geométricas espaciais, obtendo, assim, uma melhor percepção tridimensional do objeto. A sua utilização nas aulas de Geometria estimula o aluno a

⁴⁵ *Google Earth* é um programa desenvolvido pelo Google cuja função é apresentar ao usuário um modelo tridimensional do globo terrestre, construído a partir de imagens de satélite de todas as áreas do planeta Terra. Disponível em: <<http://www.google.com.br/earth/index.html>>. Acesso em 25 de out. de 2012.

⁴⁶ O *SketchUp* pode ser obtido no link <http://www.sketchup.com/intl/pt-BR/download/gsu.html>. Acesso em 25 de out. de 2012.

construir situações bem próximas do seu cotidiano, a fazer conjecturas e a tentar validar suas hipóteses. Os desenhos feitos nesse *software* permitem que o aluno descubra as propriedades das figuras geométricas, estabeleça relações e identifique semelhanças e diferenças entre elas, valorizando a investigação e a aprendizagem por descoberta. Assim, o *SketchUp* fornece múltiplas interações, permitindo ao usuário colocar-se na posição de observador dos elementos envolvidos em uma construção. Dentre as várias ferramentas que permitem a construção de objetos geométricos, as necessárias para o trabalho de Geometria com os alunos dos anos iniciais são as mostradas na figura 5:



Figura 5: Ferramentas básicas do *software SketchUp*
Fonte: Acervo Pessoal

Nas figuras 6 e 7 estão registradas as representações do prisma de base pentagonal e do cubo, com as respectivas ferramentas utilizadas para a construção.

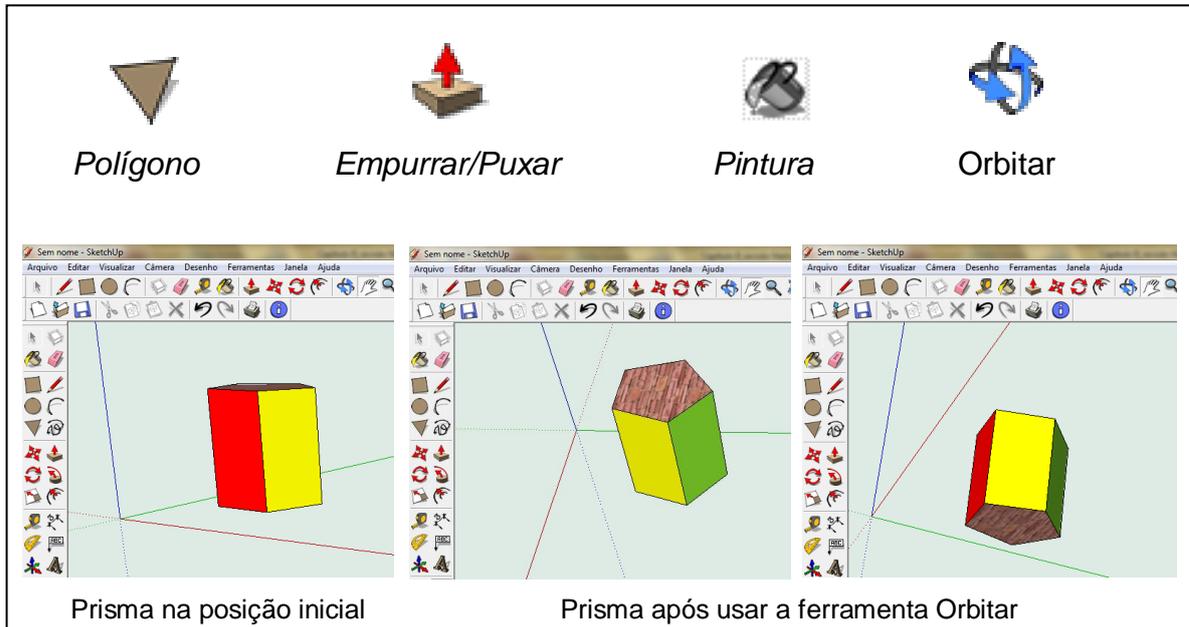


Figura 6: Tela com a construção do prisma
Fonte: Acervo pessoal

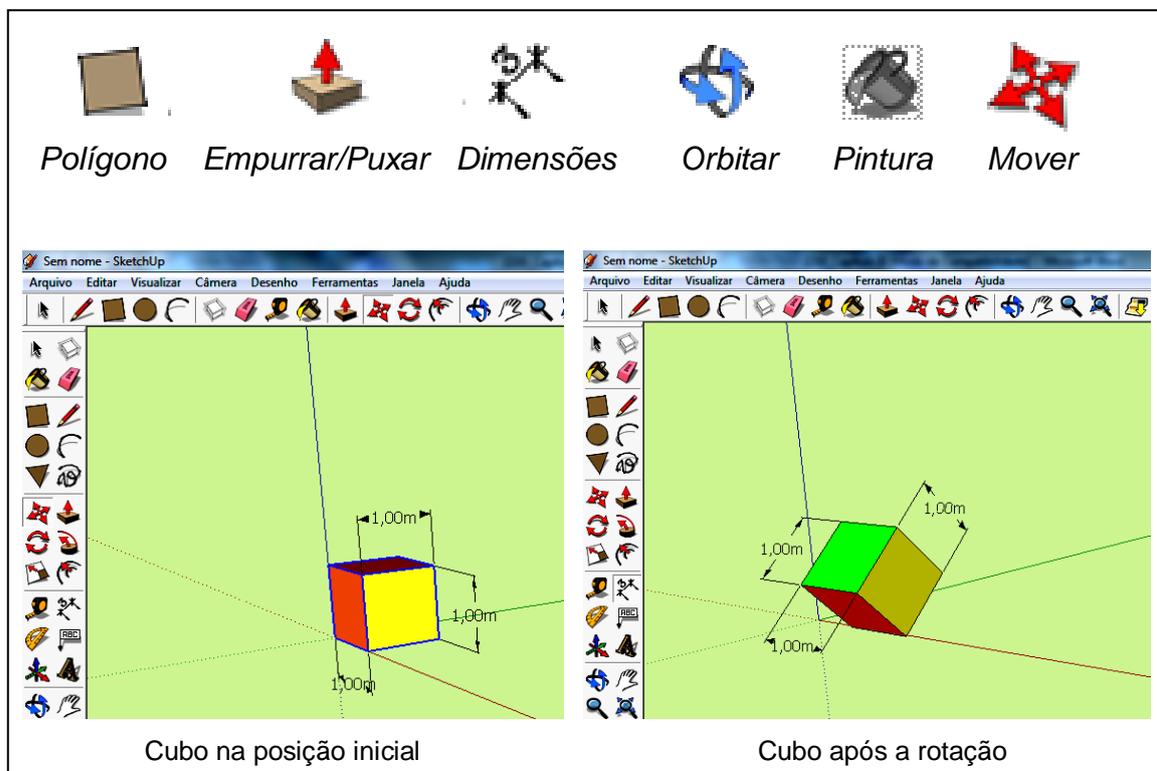


Figura 7: Tela com a construção do cubo
Fonte: Acervo pessoal

b) Software Régua e Compasso

O *Régua e Compasso* é um *software*, desenvolvido pelo professor René Grothmann, da Universidade Católica de Berlim, na Alemanha. É um aplicativo gratuito⁴⁷ e possui licença GPL⁴⁸ (*General Public Licenc*). Está disponível em várias línguas, inclusive o português. Funciona nos sistemas operacionais *Microsoft Windows* e *Linux*. É um *software* de Geometria Dinâmica voltado para o estudo de figuras geométricas planas. Está escrito na linguagem Java,⁴⁹ possibilitando a publicação na *Web* dos trabalhos realizados. A seguir, na figura 8, a tela inicial do aplicativo *Régua e Compasso*.

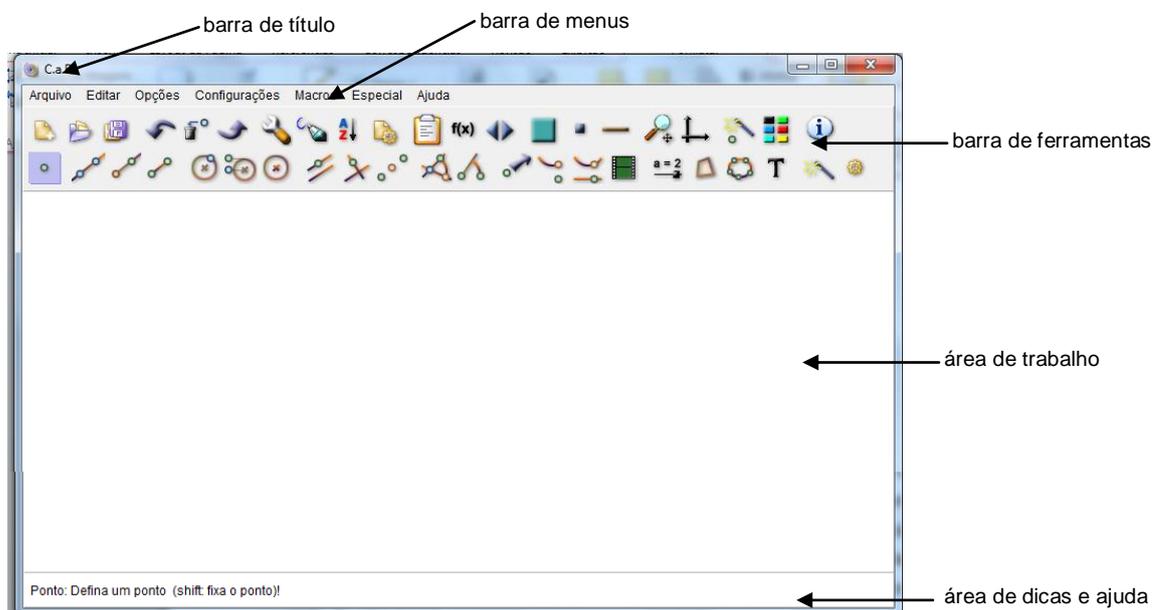


Figura 8: Tela inicial do *software Régua e Compasso*
Fonte: Acervo Pessoal

Esse *software*, assim como o *Cabri-Géomètre*, o *Logo* e o *Geogebra*, é considerado um micromundo,⁵⁰ na medida em que possibilita uma exploração dinâmica na construção dos objetos geométricos a partir de suas propriedades. Ao carregar o programa, o aluno tem à sua disposição um conjunto de recursos e

⁴⁷ O *software Régua e Compasso* está disponível em <<http://www.professores.uff.br/hjbortol/car/>>. Acesso em 26 de out. de 2012.

⁴⁸ *General Public License* (Licença Pública Geral) é a designação da licença para *software* livre idealizada por Richard Matthew Stallman em 1989.

⁴⁹ A linguagem Java é uma linguagem livre (não paga), de código aberto (qualquer pessoa pode ter acesso ao código fonte), com capacidade de execução em qualquer sistema operacional e com possibilidades de o usuário escrever aplicativos voltados para páginas *Web* (PAIXÃO, 2008).

⁵⁰ Na concepção de Papert (1986, p. 151), o micromundo é definido como um “um ambiente de aprendizagem interativa baseado no computador, onde os pré-requisitos estão embutidos no sistema e onde os aprendizes podem tornar-se ativos, arquitetos construtores de sua própria aprendizagem”.

aplicativos que permitem criar e construir figuras planas que podem ser transformadas a partir do movimento de seus elementos (vértices, centros, lados etc.) e visualizadas em tempo real, o que não seria viável com régua, lápis, compasso e papel, mídias usadas normalmente na sala de aula. Com esse aplicativo, é possível marcar pontos na tela, traçar retas paralelas, retas perpendiculares, círculos, medir ângulos, ocultar e mostrar objetos, revisar todos os passos da construção de uma figura, enfim, construir uma variedade de objetos geométricos e manipulá-los sem desfazer suas relações geométricas.

No entendimento de Gravina (1996), a ação de construir pelo aluno é uma das atividades que possibilitam o domínio dos conceitos geométricos. Para a autora, os *software* com o recurso de “arrastar” os objetos geométricos na tela do computador fazem

[...] emergir uma nova forma de ensinar e aprender Geometria; a partir de exploração experimental viável somente em ambientes informatizados, os alunos conjeturam e, com o *feedback* constante oferecido pela máquina, refinam ou corrigem suas conjeturas, chegando a resultados que resistem ao ‘desenho em movimento’, passando então para a fase abstrata de argumentação e demonstração matemática (GRAVINA, 1996, p. 2).

Nesta abordagem, o ensino de Geometria com o *software Régua e Compasso* vai muito além do que simplesmente trabalhar os conteúdos. Ele envolve a exploração, a experimentação, a formulação de conjeturas e a verificação da sua validade. As figuras 9 e 10 mostram o comportamento dos objetos geométricos construídos após a utilização do recurso “arrastar”.

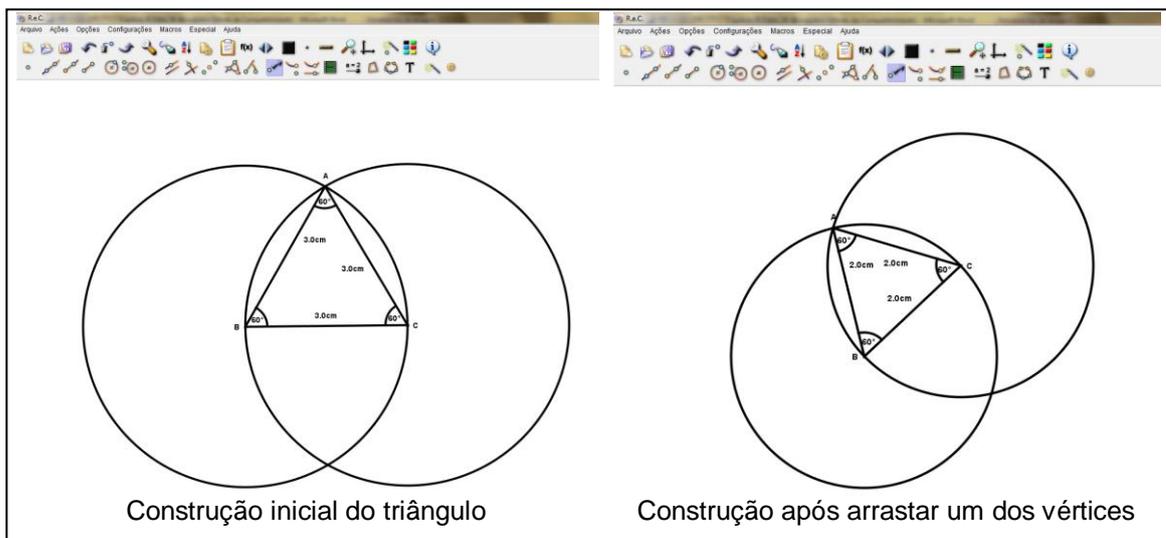


Figura 9: Tela com a construção do quadrado
Fonte: Acervo pessoal

Observamos, na figura 9, que as medidas dos ângulos e dos lados permaneceram congruentes após a manipulação de um dos vértices. As propriedades utilizadas na construção da figura foram preservadas, confirmando que a figura construída inicialmente representa um triângulo equilátero.

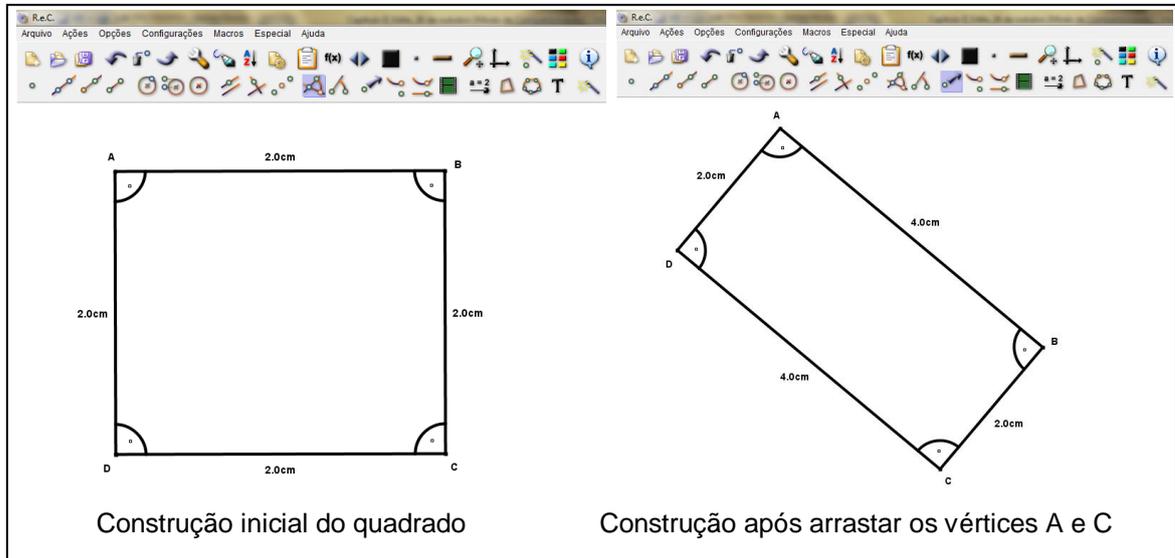


Figura 10: Tela com a construção do quadrado
Fonte: Acervo pessoal

Na figura 10, com o arrastar dos vértices A e C, algumas propriedades foram preservadas: as medidas dos ângulos, os lados paralelos dois a dois e os lados opostos de medidas iguais. No entanto, as medidas dos quatro lados do quadrilátero, que inicialmente eram iguais, apresentaram medidas diferentes. Assim sendo, concluímos que a figura construída não representa um quadrado.

Como qualquer *software* de Geometria Dinâmica, o *Régua e Compasso*, por meio de “macros”,⁵¹ permite que o usuário crie e arquive suas construções para uso em situações futuras, aprendendo a trabalhar com recursão e automatizando tarefas repetitivas. A grande vantagem do uso dessa ferramenta é a possibilidade de utilizá-la sempre que necessário. Dessa forma, tem-se um ganho de produtividade ao evitar a execução de diversos passos de uma tarefa que poderiam ter sido automatizados a partir de uma “macro”. A seguir, na figura 11, as ferramentas do *software Régua e Compasso* para a exploração das figuras planas nos anos iniciais de escolaridade.

⁵¹ Macro é uma ferramenta com uma sequência de comandos que são gravados para serem executados em outros momentos, sempre que necessário. Disponível em: <<http://www.juliobattisti.com.br>>. Acesso em 26 de out. de 2012.

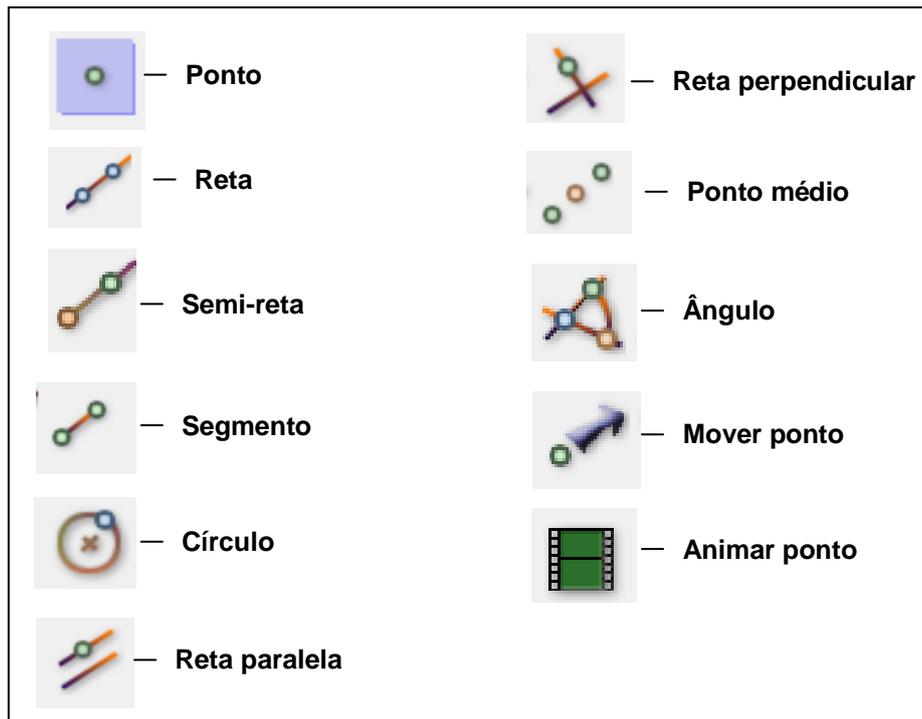


Figura 11: Ferramentas básicas do *software Régua e Compasso*
 Fonte: Acervo Pessoal

c) *Software Construfig3D*

A primeira versão do *software Construfig3D* foi desenvolvida em 2005, na Universidade Severino Sombra, em Vassouras, no Estado do Rio de Janeiro, pelos professores Carlos Vitor de Alencar Carvalho e Janaína Veiga Carvalho, ambos docentes do Programa de Mestrado Profissional em Educação Matemática, como resultado da orientação do estágio de um aluno do curso de graduação em Sistema de Informação. Trata-se de um *software* livre e de código aberto.⁵² A ideia da equipe foi a de criar um ambiente de investigação com atividades lúdicas, significativas e desafiadoras explorando conteúdos de Matemática. Destarte, a Geometria foi a escolhida como pano de fundo para o desenvolvimento desse aplicativo.

Com uma interface intuitiva, bastante simples e de fácil manipulação, o *Construfig3D* permite gerar figuras espaciais a partir de figuras planas selecionadas pelo aluno. O usuário comunica ao programa a quantidade de figuras planas que compõe a figura espacial que ele pretende montar. Com o *Construfig3D* é possível

⁵² O *software Construfig3D* está disponível em <<http://www.cvac.eng.br/construfig3d.html>>. Acesso em 26 de out. de 2012.

visualizar as figuras espaciais de vários ângulos, assim como vértices, arestas, faces e as suas respectivas planificações (MENDES; CARVALHO; CARVALHO, 2007).

A figura 12 mostra a tela inicial do programa.

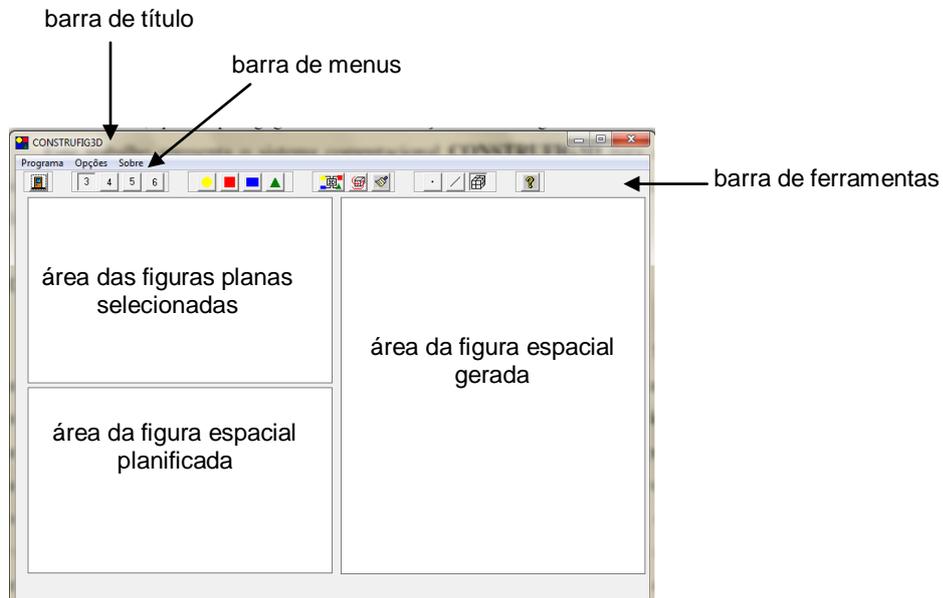


Figura 12: Tela inicial do software *Construfig3D*
Fonte: *Construfig3D*

Para explorar as possibilidades desse aplicativo, o conhecimento e a quantidade das figuras planas que compõem a figura espacial são fundamentais para o domínio do *software*.

Na figura 13, mostramos as ferramentas para a construção das figuras espaciais na versão do *Construfig3D*. Essa versão possibilita a planificação dos sólidos geométricos.

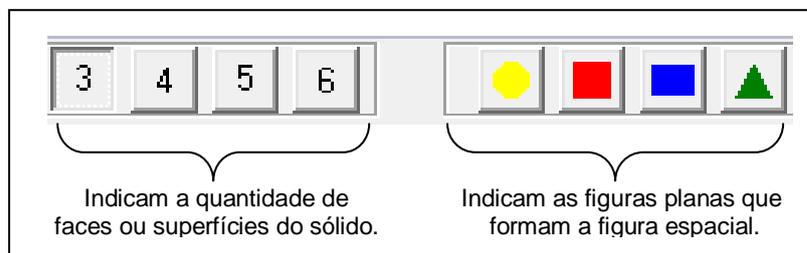


Figura 13: Ferramentas para construção das figuras espaciais
Fonte: Acervo Pessoal

A seguir, na figura 14, o processo de construção da pirâmide de base quadrangular e as figuras planas necessárias para a sua composição.

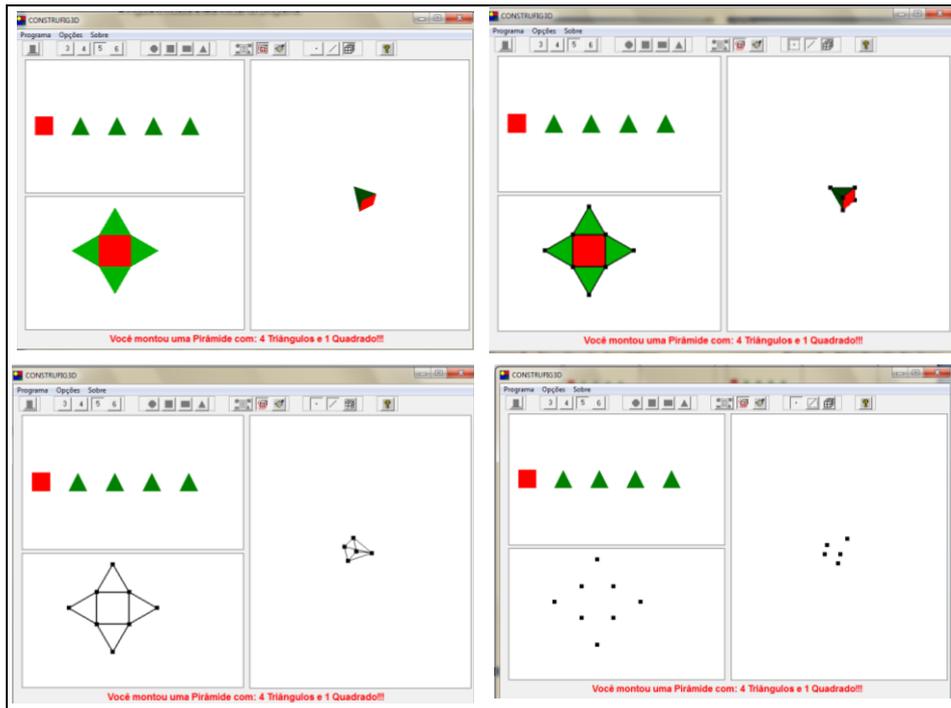


Figura 14: Pirâmide: composição e planificação
 Fonte: Acervo Pessoal

Vale ressaltar que, no processo de construção, quando a figura espacial não é gerada, o aplicativo não apresenta a resposta correta, mas conduz o aluno à reflexão sobre o que foi produzido pelo computador. A análise do erro e sua correção constituem uma grande oportunidade para o aluno procurar soluções aceitáveis para o problema em questão, deixando, portanto, de ser uma arma de punição, passando a ser um momento de revisão das ideias, dos conceitos e das ações (Valente, 1993; Prado, 1996; Almeida, 2000).

Essa versão do *Construfig3D* tinha suas limitações. Não possibilitava a construção do cone, do prisma com bases pentagonal e hexagonal e do tetraedro, porém, uma nova versão⁵³ foi desenvolvida em 2010, contemplando tais construções.

É importante destacar que os autores criaram essa nova versão a partir da necessidade do grupo de estudos, uma vez que as referidas figuras espaciais são objetos de estudo no plano curricular de Geometria dos anos iniciais do Colégio Pedro II.

⁵³ A nova versão do software *Construfig3D* está disponível em <<http://www.cvac.eng.br/construfig3d.html>>. Acesso em 26 de out. de 2012.

Na figura 15 estão as ferramentas para a construção das figuras espaciais na nova versão do *Construfig3D*.

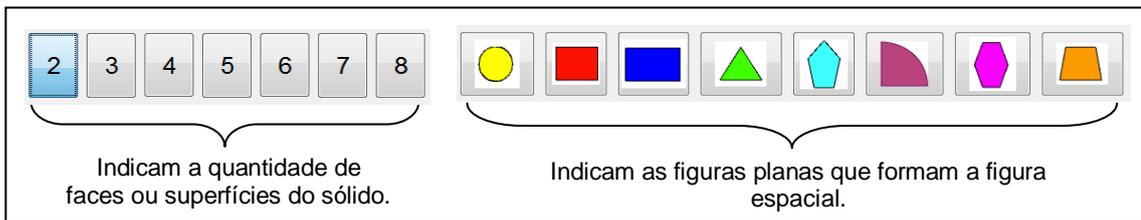


Figura 15: Ferramentas para construção das figuras espaciais no software *Construfig3D*
Fonte: Arcevo Pessoal

A figura 16 mostra as figuras espaciais construídas na versão atualizada do *Construfig3D*.

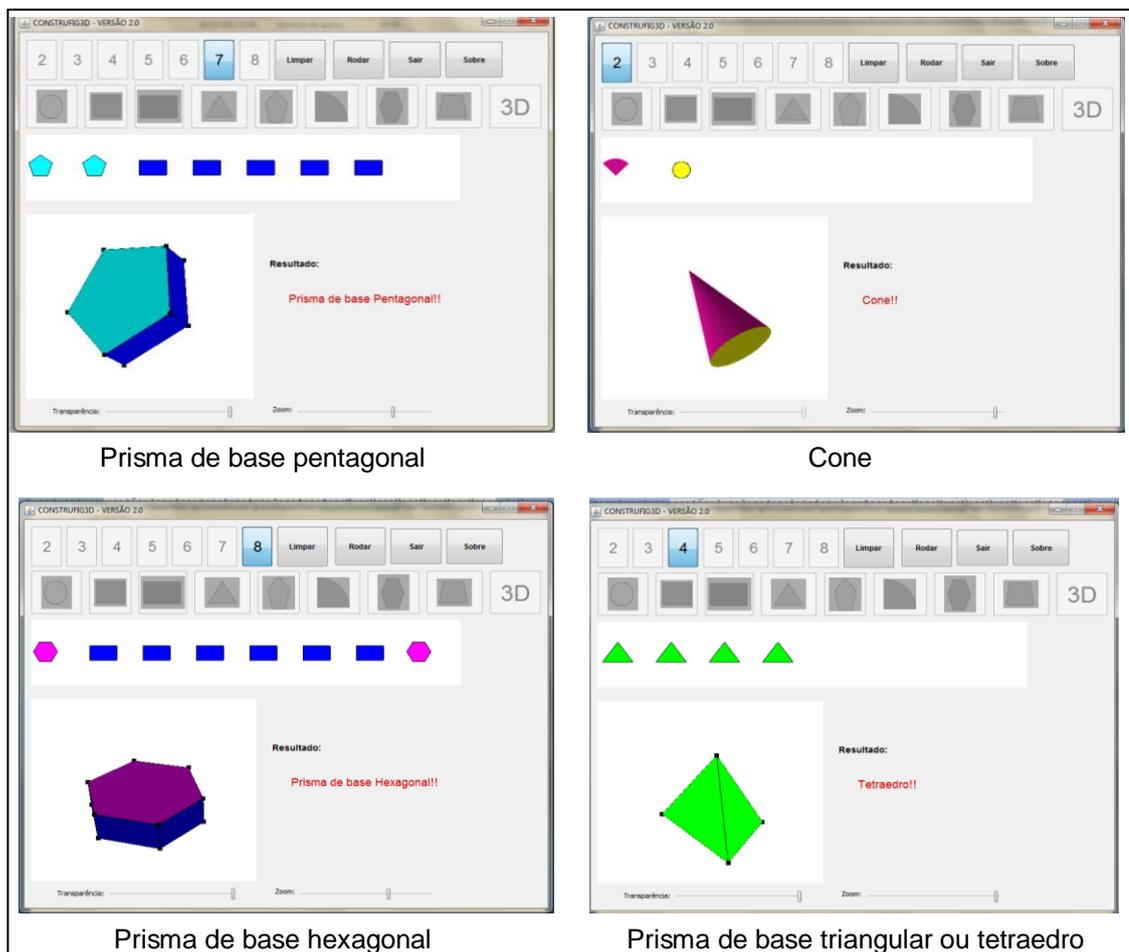


Figura 16: Figuras espaciais da nova versão *Construfig3D*
Fonte: Acervo Pessoal

Nossa intenção no presente capítulo foi destacar o tratamento dado ao ensino de Geometria mediado pelas tecnologias digitais. No próximo, explicitaremos os pressupostos e os procedimentos elencados para o desenvolvimento desta pesquisa.

O DELINEAR DE UM CAMINHO POSSÍVEL: A METODOLOGIA DO ESTUDO

O conhecimento das informações ou dados isolados é insuficiente. É preciso situar as informações e os dados em seu contexto para adquirirem sentido.

MORIN (2000)

Neste capítulo, apresentamos os pressupostos e os procedimentos metodológicos para o desenvolvimento da investigação. Inicialmente, relatamos a fundamentação teórica referente aos aspectos que caracterizam o tipo de pesquisa. Em seguida, retomamos a questão que delineou as ações do processo de investigação e descrevemos as etapas, as técnicas e os instrumentos para coleta de dados. Finalmente, expusemos os procedimentos adotados na realização da análise dos dados coletados.

4.1 A TEORIA CARACTERIZANDO A PESQUISA: PRESSUPOSTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa, por privilegiar um planejamento flexível e questões formuladas com o objetivo de investigar os fenômenos em seu contexto natural, foi desenvolvida na perspectiva qualitativa, com características de uma investigação sobre grupos de estudo, de cunho co-generativo.

A opção por esse tipo de metodologia se justifica porque nela o investigador não fica fora da realidade que estuda; pelo contrário, concebe e tenta compreendê-la em sua totalidade (TRIVIÑOS, 1992), além do que, “o investigador qualitativo evita iniciar um estudo com hipóteses previamente formuladas para testar [...], defendendo que a formulação das questões deve ser resultante da recolha de dados e não efetuada *a priori*” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 83, grifo do autor). Escolher essa abordagem também se justifica pelo fato de possibilitar ao pesquisador a sua inserção no contexto da pesquisa assumindo dois papéis: o de pesquisador, ao

analisar os sujeitos participantes, e o de membro do grupo, ao participar dos encontros, contribuindo para a elaboração e desenvolvimento das atividades.

Lüdke e André (2003, p. 3) indicam que as pesquisas em educação tendem a ser qualitativas, pois não há como mensurar, mas sim interpretá-las de forma mais ampla, pois “[...] em educação as coisas acontecem de maneira tão inextricável que fica difícil isolar as variáveis envolvidas e mais ainda apontar claramente quais são as responsáveis por determinado efeito”.

Para melhor compreender a natureza deste estudo, recorreremos às cinco características presentes em uma pesquisa qualitativa apresentadas por Bogdan e Biklen (1994).

A primeira indica que, na pesquisa qualitativa, o ambiente natural constitui a fonte direta dos dados e o pesquisador é o instrumento principal. Segundo esses autores, “os investigadores qualitativos frequentam os locais de estudo porque se preocupam com o contexto (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p.48). Entendem que as ações podem ser melhor compreendidas quando são observadas no seu ambiente habitual de ocorrência”. Assim, se o investigador qualitativo separar a ação, a palavra ou o gesto do seu contexto, perde de vista o significado. Em nossa pesquisa, essa característica está presente, considerando que os dados foram coletados no laboratório de Informática do Colégio Pedro II, *locus* escolar das professoras participantes, ambiente natural que constitui a fonte de dados.

A segunda característica da pesquisa qualitativa compreende a investigação como um processo descritivo, ou seja, o seu material é rico em descrições de palavras, pessoas, situações e acontecimentos, e trabalha com dados coletados a partir de transcrições de entrevistas, notas de campo, fotografias, vídeos, documentos pessoais e oficiais. O pesquisador tenta “analisar os dados em toda a sua riqueza, respeitando, tanto quanto o possível, a forma em que estes foram registrados ou transcritos” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p.48). Nessa abordagem, a palavra escrita exerce uma real importância tanto para registrar os dados como para divulgar os resultados. Na pesquisa em pauta, essa característica se revela na elaboração da descrição de todo o processo formativo utilizando a forma narrativa. Fizemos as transcrições dos dados coletados (vídeos dos encontros do grupo de estudos, entrevistas com as professoras participantes e com as coordenadoras de Matemática e dos laboratórios de Informática, material produzido pelas participantes, fichas de reflexão, questionário e o planejamento de Geometria do Colégio Pedro II)

e apresentamos citações no sentido de compreender o contexto e a influência do processo formativo para responder a questão de pesquisa.

Bogdan e Biklen (1994) registram, na terceira característica da pesquisa qualitativa, que o interesse do investigador não converge apenas para os resultados ou produtos, mas principalmente para a forma como eles são atingidos e como os sujeitos negociam os significados ao longo do processo investigativo. Portanto, o foco central de um pesquisador qualitativo é o rumo que os acontecimentos vão seguir. Essa característica está contemplada em nossa pesquisa, uma vez que procuramos priorizar as necessidades manifestadas no momento dos encontros do grupo de estudos, dando ênfase às estratégias que pudessem contribuir com o aprofundamento sobre o ensino de Geometria mediado pela tecnologia, ou seja, houve uma preocupação explícita com o processo mais do que com o produto.

A quarta característica refere-se à forma como os investigadores qualitativos analisam seus dados. Segundo Bogdan e Biklen (1994), a tendência do pesquisador é analisar os dados indutivamente, isto é, a análise não é realizada para confirmar ou não hipóteses delimitadas *a priori*; os significados e a interpretação acontecem a partir dos dados que emergem de um contexto ao longo do processo, à medida que são coletados e vão sendo agrupados. Nesse sentido, destacam que

Para um investigador qualitativo que planeje elaborar uma teoria sobre o seu objeto de estudo, a direção desta só se começa a estabelecer após a recolha dos dados e o passar de tempo com os sujeitos. Não se trata de montar um quebra-cabeças cuja forma final conhecemos de antemão. Está-se a construir um quadro que vai ganhando forma à medida que se recolhem e examinam as partes (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p.50).

Dessa forma, o pesquisador qualitativo utiliza parte do estudo para pontuar as questões mais evidentes, ou seja, ele não acredita que detém o saber sem primeiramente efetuar a investigação. Identificamos essa característica em nossa pesquisa ao delinear os pressupostos teóricos para análise a partir da triangulação dos dados coletados nos diferentes instrumentos e técnicas.

Na quinta característica da pesquisa qualitativa, Bogdan e Biklen (1994) ressaltam que o significado é fundamental para os pesquisadores qualitativos. Nessa abordagem, a atenção do pesquisador está no significado que as pessoas atribuem às suas vidas na dinâmica interna das situações apresentadas no percurso da investigação e ele tende a criar estratégias e procedimentos que lhe possibilitem levar em consideração as experiências do ponto de vista do participante. Assim,

para os pesquisadores que utilizam vídeos ou transcrições de entrevistas, é natural mostrar os dados coletados aos participantes no sentido de comparar as suas interpretações com as deles. No entender de Bogdan e Biklen (1994, p.51), “O processo de condução de investigação qualitativa reflete uma espécie de diálogo entre os investigadores e os sujeitos, dado estes não serem abordados por aqueles de uma forma neutra”. Essa característica está representada em nossa pesquisa quando discutimos abertamente com as professoras participantes os pontos de vista registrados nas fichas de reflexões, na entrevista e no questionário, sobre o ensino de Geometria mediado pela tecnologia digital, na tentativa de checá-los para serem ou não confirmados.

As ideias de Lüdke e André (2003), Triviños (1992) e Bogdan e Biklen (1994) nortearam a nossa opção pela metodologia qualitativa. Nesse sentido, também encontramos respaldo em Garnica (2005, p. 86), que apresenta as seguintes características da pesquisa qualitativa:

(a) a transitoriedade de seus resultados; (b) a impossibilidade de uma hipótese *a priori*, cujo objetivo da pesquisa será comprovar ou refutar; (c) a não neutralidade do pesquisador que, no processo interpretativo, vale-se de suas perspectivas e filtros vivenciais prévios dos quais não consegue se desvencilhar; (d) que a constituição de suas compreensões dá-se não como resultado, mas numa trajetória em que essas mesmas compreensões e também os meios de obtê-las podem ser (re)configuradas; e (e) a impossibilidade de estabelecer regulamentações, em procedimentos sistemáticos, prévios, estáticos e generalistas.

Na concepção de Garnica (2005), embora essas características tenham sido reconhecidas, é possível uma nova configuração no decorrer da pesquisa.

Assim, a partir das concepções dos autores analisados, caracterizamos nossa pesquisa como qualitativa. Passamos, em seguida, a identificar as características de uma pesquisa co-generativa a qual ela se insere.

Greenwood e Levin (2000, p.96) ressaltam que na pesquisa co-generativa a investigação é conduzida democraticamente entre participantes e pesquisadores e o conhecimento é co-gerado por eles por meio de um processo de comunicação colaborativa em que todas as contribuições são levadas a sério e na qual “o significado é construído no processo de investigação que leva à ação social, ou aquelas reflexões sobre a ação conduzem à construção de novos significados⁵⁴”.

⁵⁴ *The meanings constructed in the inquiry process lead to social action, or these reflections on action lead to the construction of new meanings* (GREENWOOD; LEVIN, 2000, p.96).

Partilhando das ideias desses autores, Lobo da Costa (2004) afirma que a pesquisa co-generativa se afina com a colaborativa e se propõe a resolver problemas referentes a certos ambientes. Ainda segundo a autora, esse tipo de pesquisa não enaltece os conhecimentos oriundos dos participantes do contexto e nem desvaloriza os conhecimentos dos pesquisadores profissionais. Pelo contrário, esse tipo de pesquisa considera que ambos os conhecimentos são fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa (LOBO DA COSTA, 2004).

Em se tratando de um tipo de pesquisa que promove a colaboração/cooperação⁵⁵ entre os envolvidos, optamos pela constituição de um grupo de estudos. A opção por um grupo de estudos decorre da concepção de Gimenes e Penteado (2008, p.78), ao ressaltarem que “a organização de grupos de estudos é uma ideia simples e poderosa, que pode ser entendida como uma alternativa para apoiar o processo de desenvolvimento profissional e mudança dos profissionais envolvidos”, o que se coaduna com os objetivos desta pesquisa.

A partir dessa perspectiva, entendemos que a investigação aqui relatada é uma pesquisa qualitativa sobre grupos e de caráter co-generativo.

4.2 EM CADA ETAPA, UM OLHAR: PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Com o objetivo de responder a questão da pesquisa: “De que forma a participação em um grupo de estudos de professores dos anos iniciais de escolaridade favorece a apropriação de tecnologia digital no ensino de Geometria e o desenvolvimento do conhecimento profissional docente?”, focalizamos o objeto de estudo de várias maneiras, optando por diversas técnicas e procedimentos de coleta de dados.

A investigação partiu da delimitação do *locus* da pesquisa. Selecionamos o Colégio Pedro II, escola federal do município do Rio de Janeiro, cenário de onde emergiram as dúvidas e os questionamentos da pesquisadora. A pesquisa foi

⁵⁵ Não é nossa preocupação, no momento, estabelecer a diferença entre os termos colaboração e cooperação, visto que a constituição de um grupo de estudos pode promover, entre os participantes, tanto um ambiente cooperativo quanto um ambiente colaborativo.

autorizada pela Comissão de Ética (Anexo A), pelo Colégio Pedro II e pelas professoras participantes do grupo de estudos.

A pesquisa se desenvolveu em três etapas distintas, a saber:

- 1 – pesquisa documental;
- 2 – planejamento de ações para o grupo de estudos;
- 3 – o grupo de estudos.

Os procedimentos metodológicos de cada etapa serão descritos a seguir.

A primeira etapa foi documental. Nela, analisamos os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997), especialmente o bloco de conteúdos “Espaço e Forma”. Esse bloco refere-se à Geometria e nele se encontram as competências e as habilidades essenciais para desenvolver o pensamento geométrico do aluno. Analisamos também o Projeto Político Pedagógico do Colégio Pedro II (PPP), referente ao componente curricular “Espaço e Forma”, dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Nesse documento, analisamos ainda a proposta de Informática Educativa do Ensino Fundamental, além de documentos cedidos pelas coordenações dos laboratórios de Informática.

A segunda etapa da pesquisa englobou o planejamento das ações para o grupo de estudos. Para tanto, inicialmente a partir de conversas informais com as coordenadoras de Matemática e dos laboratórios de Informática, identificamos de que forma a Geometria é abordada nos anos iniciais de escolaridade. Tais conversas foram realizadas para complementar as informações obtidas na etapa da pesquisa documental.

A seguir, no quadro 2, apresentamos um resumo das diversas fases para o grupo de estudos, focando o tema figuras geométricas espaciais e planas, com o uso de tecnologia digital.

Fases	Plano inicial para o grupo de estudos
A	Constituição do grupo, familiarização das ferramentas dos <i>software</i> ; realização de atividades sobre figuras planas e espaciais nos referidos aplicativos. Duração: 10 encontros
B	Elaboração de atividades nos <i>software</i> e do protocolo de observação dos alunos. Duração: 6 encontros
C	Aplicação das atividades elaboradas; reflexão e discussão no grupo. Duração: 5 dias de acompanhamento de aula
D	Discussão e reflexão do caminho do grupo ao longo dos encontros. Duração: 2 encontros

Quadro 2: Plano inicial para o grupo de estudos
Fonte: Acervo Pessoal

Tomando como referência a concepção de Lüdke e André (2003), de que o pesquisador, ao se deparar com tantas informações, coletadas em momentos diferentes, oriundas de fontes diversas, poderá cruzar informações, confirmar ou rejeitar hipóteses e descobrir novos dados, decidimos utilizar diferentes instrumentos para coleta de informações.

A pesquisa de campo compreendeu encontros com o grupo de estudos (etapa 3) no período de junho a dezembro, com sessões semanais de 1h30min, no laboratório de Informática da Unidade A⁵⁶. As reuniões consistiam na realização, elaboração e aplicação de atividades pelas professoras em programas que exploram os conteúdos de Geometria Plana e Espacial. Além disso, os encontros tinham o objetivo de refletir como se deu a aplicação das atividades com os alunos.

A busca por indícios que favorecem a apropriação de tecnologia digital no ensino de Geometria e o desenvolvimento do conhecimento profissional docente nos encontros realizados só seria possível a partir das análises das informações obtidas pelos instrumentos de coleta de dados. Por isso, nessa etapa, procuramos olhar nosso objeto de estudo a partir de múltiplos focos, adotando, para tal, diferentes técnicas e procedimentos de coleta de dados, a saber: questionário, observação, entrevista semiestruturada, diário de campo, fichas de reflexão, materiais produzidos pelos sujeitos da pesquisa e gravação de áudio e vídeo.

O primeiro instrumento de coleta de dados aplicado às professoras foi o questionário (Apêndice A). Com ele, traçamos o perfil das professoras participantes e coletamos informações acerca da familiarização e utilização pedagógica dos recursos tecnológicos digitais. Registramos informações específicas de cada docente, tais como: nome, idade, nível de escolaridade, tempo no magistério, tempo de formado, se trabalha em outra escola e ano escolar de atuação.

Além dessas questões, o questionário fazia menção à metodologia de ensino de Geometria durante a escolaridade das professoras, à familiarização e à utilização pedagógica dos recursos tecnológicos. Optamos por incluir no questionário questões abertas e fechadas, com o propósito de proporcionar às professoras diferentes possibilidades de respostas.

A observação transcorreu ao longo de todo o processo vivenciado pelo grupo de estudos.

⁵⁶ Nome fictício atribuído à Unidade Escolar do CPEI onde a pesquisa de campo foi desenvolvida.

As técnicas de entrevista (Apêndice B) foram utilizadas com as professoras participantes do grupo de estudos e também com as coordenadoras de Matemática e dos laboratórios de Informática. As entrevistas foram semiestruturadas, pois mesmo com a perspectiva de seguir um roteiro estabelecido, não havia rigidez em relação à ordem das perguntas (LÜDKE E ANDRÉ, 2003). Buscamos, nos depoimentos das participantes, os ecos da experiência vivenciada no grupo de estudos. Nas falas das coordenadoras de Matemática e dos laboratórios, procuramos obter informações sobre a proposta do ensino de Geometria desenvolvida nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Outro importante instrumento de coleta utilizado nesse momento foi o diário de campo. De acordo com Bogdan e Biklen (1994, p. 150), as notas de campo constituem o “relato escrito daquilo que o investigador ouve, vê, experiencia e pensa no decurso da recolha”.

As anotações realizadas perpassaram por todos os encontros do grupo de estudos. Descrevemos detalhadamente os momentos de cada sessão, incluindo início e término, faltas, atrasos, dias de paralisação, suspensão de aula, discussões sobre os conteúdos de Geometria que emergiam das atividades, opinião sobre os *software* utilizados etc.

Duas fichas de reflexão (Apêndice C) foram utilizadas também como instrumento de coleta de dados.

A ficha “Primeiras Reflexões”, aplicada após a familiarização com um dos *softwares*, o *SketchUp*, tinha como objetivo investigar as impressões das professoras sobre o uso de tecnologias digitais no ensino de Geometria, saber suas dificuldades, inseguranças, crenças e concepções. Essas reflexões iniciais seriam importantes para o nosso trabalho na medida em que forneceriam dados para que organizássemos os próximos encontros.

A ficha “Reflexões Finais”, aplicada na última fase da pesquisa de campo, quando as professoras já haviam vivenciado todas as tarefas, se propunha a investigar as percepções desses sujeitos em relação aos *softwares* escolhidos, à dinâmica dos encontros, aos conteúdos de Geometria explorados e às possibilidades de integração de tecnologias digitais às suas práticas pedagógicas.

Utilizamos também os materiais produzidos pelas professoras ao longo dos encontros como instrumento de coleta de dados.

Esses materiais constituíram-se de arquivos digitais e protocolo dos alunos (do Anexo B ao Anexo M). Nos arquivos digitais, elas armazenaram as atividades realizadas com os *software*. Além desses arquivos, cada professora produziu uma sequência de atividades para aplicação com seus alunos no laboratório de Informática e um protocolo no qual eles registraram seus conhecimentos sobre as figuras geométricas planas e espaciais.

Utilizamos também uma gravação em áudio e/ou vídeo nas quatro fases dos encontros do grupo, a fim de documentar o mais precisamente possível as ações. A preocupação com a perda de dados ou com os ruídos produzidos pelo grupo nos fez adotar as duas modalidades de gravação. Todos os encontros foram gravados em áudio e, a partir do sexto encontro, quando já se estabelecera uma relação de confiança, utilizamos a gravação em vídeo.

O quadro 3 apresenta a trajetória do processo de coleta de dados, relacionando as fontes às respectivas fases dos encontros do grupo.

Instrumentos	Caracterização	Fases de ocorrência
Questionário	Traçar o perfil das professoras participantes e coletar informações acerca da familiarização e utilização pedagógica dos recursos tecnológicos digitais.	A
Observação	De caráter participante, abrangendo observação direta de todos os encontros.	A, B, C e D
Fichas de reflexão	Investigar as impressões das professoras quanto à utilização de tecnologia digital no ensino de Geometria, desde a fase de familiarização dos <i>software</i> utilizados até a aplicação das atividades no laboratório de Informática.	A e D
Entrevista	Uma entrevista com as professoras participantes da pesquisa – buscar nos depoimentos os ecos da experiência vivenciada no grupo de estudos.	D
	Entrevistas com as coordenadoras de Matemática dos anos iniciais – obter informações sobre a proposta de ensino de Geometria desenvolvida nos anos iniciais do Ensino Fundamental.	A
	Entrevistas com as coordenadoras dos laboratórios de Informática dos anos iniciais – coletar informações acerca dos <i>software</i> de Matemática, especialmente os de Geometria, utilizados nas atividades com os alunos.	A
Diário de campo	Descrição dos detalhes no trabalho de campo.	A, B, C e D
Material produzido pelos sujeitos da pesquisa	Protocolo das atividades dos alunos.	B
	Atividades de Geometria das professoras no papel de professor aprendiz (arquivos digitais).	B
	Atividades de Geometria das professoras no papel de professor docente (arquivos digitais).	B
Gravação de áudio e vídeo	Registrar as ações vivenciadas nos encontros do grupo e na aplicação das atividades.	A, B, C e D

Quadro 3: Trajetória da coleta de dados
Fonte: Acervo Pessoal

Após a coleta, os dados são organizados para uma análise posterior. Essa organização é de suma importância para o pesquisador buscar pontos convergentes ou divergentes e perceber, nos recortes selecionados, respostas à sua questão.

De um modo geral, segundo Fiorentini e Lorenzato (2006), o pesquisador considera a questão de investigação e os objetivos do estudo ao organizar os dados coletados. Para esses autores, “sem essa organização ou separação do material, em categorias ou unidades de significados, torna-se difícil o confronto das informações, a percepção de regularidades, padrões e relações pertinentes” (FIORENTINI; LORENZATO, 2006, p. 133).

Por conseguinte, estabelecemos, nesta pesquisa, categorias que contemplam o terceiro tipo estabelecido por esses autores, ou seja, as mistas, visto que, após o levantamento dos dados, mediante a leitura e interpretação dos registros escritos, orais e visuais, retornamos à teoria para então estabelecer as categorias.

Assim, a releitura dos dados, evidenciando excertos que compunham diferentes unidades de significados, nos levou a definir quatro categorias de análise: Conhecimento de Geometria, Conhecimento de Tecnologia, Conhecimento Pedagógico e Grupo de Estudos.

A sistematização dos dados coletados é um processo trabalhoso e difícil que implica diversas leituras das informações disponíveis, leituras que nos levam a desvelar compreensões. Considerando a complexidade desse processo, e na intenção de trazer aos olhos do leitor respostas à questão proposta, utilizamos códigos, representados nas legendas do quadro 4, para identificar a procedência dos dados selecionados para análise.

EnFRA ⇒ fase de familiarização e realização de atividades

EnFEA ⇒ fase de elaboração de atividades

FAA ⇒ fase de aplicação de atividades

EnENT ⇒ entrevista

EnDIP ⇒ diário da pesquisadora

EnQUE ⇒ questionário

EnFPR ⇒ ficha das Primeiras Reflexões

EnFRF ⇒ ficha das Reflexões fFnais

EnGAV ⇒ gravação de áudio e vídeo

A letra **n** corresponde ao índice sinalizador do encontro (E) do grupo de estudos.

Quadro 4: Legendas de identificação da procedência dos dados

Fonte: Acervo Pessoal

Para a mostra dos dados procedentes das entrevistas com as coordenadoras, utilizamos a legenda do quadro 5 para identificar os sujeitos e as Unidades Escolares nas quais atuam.

A, B, C, D, E ⇒ Unidades Escolares dos anos iniciais
 CM ⇒ Coordenadora de Matemática
 CL ⇒ Coordenadora do laboratório de Informática

Quadro 5: Identificação dos sujeitos e dos cenários da pesquisa
 Fonte: Acervo Pessoal

Na apresentação das interlocuções extraídas nas fases de familiarização, realização e elaboração de atividades indicamos primeiro a procedência do extrato e, logo a seguir, a data da conversação. Nos dados provenientes das demais técnicas, complementamos com a autoria das respostas após a procedência.

Nesse processo de apresentação dos dados, optamos por preservar a originalidade das interlocuções promovidas ao longo dos encontros do grupo de estudos e nos depoimentos registrados nos questionários e nas fichas de reflexões, mantendo, na íntegra, os erros de concordância, os vícios de linguagem etc.

Ressaltamos ainda que o texto, de um modo geral, está escrito na primeira pessoa do plural; entretanto, nas situações em que a pesquisadora aparece como participante do grupo, utilizamos a primeira pessoa do singular.

Por fim, para refinar as análises, recorreremos à triangulação de dados. A triangulação é uma estratégia que funciona em consonância com a pesquisa qualitativa, que reúne múltiplas fontes de dados e possibilita compararmos diferentes informações sobre o mesmo objeto de estudo. Sua utilização em um processo investigativo proporciona uma forma de ampliar o rigor metodológico e suscita uma leitura mais apurada das informações coletadas (MATHISON, 1988). Nesse sentido, a autora entende que, na triangulação,

Os resultados não são, no entanto, um objetivo em si. O pesquisador fica com a tarefa de dar sentido às evidências, independentemente do resultado. Então, se os dados são convergentes, inconsistentes, ou contraditórios, o pesquisador deve tentar elaborar explicações plausíveis para os dados e sobre os dados (MATHISON, 1988, p. 15, tradução nossa⁵⁷).

⁵⁷ *The outcomes are not, however, an end in themselves. The researcher is left with the task of making sense of the evidence regardless of what the outcome is. So whether the data converge, are inconsistent, or are contradictory the researcher must attempt to construct explanations for the data and about the data* (MATHISON, 1988, p. 15).

Desse modo, foi possível olhar e compreender o objeto de estudo em diferentes perspectivas, visto que a triangulação é uma técnica que propicia mais e melhores evidências, a partir das quais os pesquisadores podem construir proposições significativas sobre o mundo social (MATHISON, 1988).

A partir desses encaminhamentos, à luz do referencial teórico escolhido, fazemos revelações, no capítulo 5, do cenário da pesquisa.

O CENÁRIO DA PESQUISA: FAZENDO REVELAÇÕES

[...] quanto mais diferente for o outro, mais ele terá a me ensinar; aprender a navegar é uma condição fundamental da autonomia; a aprendizagem é uma navegação sem fim.

LÉVY (2001)

Neste capítulo apresentamos, inicialmente, o cenário onde ocorreram as interlocuções com os sujeitos envolvidos, fazendo alusão à organização física e ao corpo técnico-pedagógico. Em seguida, mostramos as propostas de ensino de Geometria e de utilização pedagógica de tecnologias digitais nos anos iniciais do Ensino Fundamental do CPII. A seguir, descrevemos o planejamento das ações para a pesquisa de campo e detalhamos cada atividade planejada para o grupo de estudos, apresentando os conteúdos geométricos trabalhados e as ferramentas dos *software* utilizadas. Mais adiante, relatamos, sucintamente, o processo de constituição do grupo de estudos, bem como a dinâmica dos encontros. Logo depois, traçamos o perfil de cada professora protagonista, destacando suas expectativas e algumas características individuais. Para finalizar, fazemos um breve relato das fases do grupo de estudos.

5.1 ETAPA 1: PESQUISA DOCUMENTAL - O COLÉGIO PEDRO II

Investigamos, na etapa da pesquisa documental, o Estatuto do CPII para traçar o perfil da instituição, assim como compreender a utilização de tecnologias digitais e o currículo de Geometria nos anos iniciais de escolaridade.

O CPII é uma instituição educacional fundada no Rio de Janeiro, no período do Império.⁵⁸ É um marco na história da educação brasileira; a única instituição de educação básica ligada diretamente à Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica. Vinculado ao Ministério da Educação,⁵⁹ o Colégio é

⁵⁸ Fundado em 2 de dezembro de 1837, o Colégio Pedro II está em funcionamento desde então.

⁵⁹ Autarquia Federal criada pelo Decreto-Lei nº 245, de 28 de fevereiro de 1967.

detentor de autonomia administrativa, patrimonial, financeira, didático-pedagógica e disciplinar. Atualmente⁶⁰ possui quatorze Unidades Escolares distribuídas em três municípios do Estado do Rio de Janeiro,⁶¹ as quais oferecem cursos para Educação Infantil, Ensino Fundamental e Médio e PROEJA (Programa de Educação de Jovens e Adultos).

O corpo docente é constituído de aproximadamente 925 professores efetivos e 300 contratados.⁶² O quadro discente compõe-se de cerca de 12.000 alunos, sendo 2.690 da Educação Infantil e dos anos iniciais do Ensino Fundamental.

A administração é realizada por um Diretor-Geral, eleito pela comunidade escolar, assessorado por um grupo de diretores do complexo educacional. Para subsidiar o trabalho pedagógico, o Colégio conta com o apoio de chefes de departamentos e coordenadores de disciplinas. São 16 departamentos pedagógicos,⁶³ alguns encarregados de mais de uma disciplina, que acomodam todos os professores, mesmo aqueles que exercem as funções de direção, chefias e assessorias.

A infraestrutura de todas as Unidades Escolares, além das salas de aula tradicionais, é composta por mais espaços para complementar os processos de ensino e de aprendizagem, tais como laboratório de Informática, sala de Artes, laboratório de Ciências, ginásio esportivo, sala de Música, biblioteca, dentre outros.

Ao longo desta pesquisa, o CPII passou por profundas reformulações, tendo sido equiparado aos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, para oferecer diversos outros cursos, além da Educação Básica.⁶⁴

Na seção seguinte, apresentamos uma breve descrição de uma das Unidades Escolares do CPII, *locus* da pesquisa de campo desta investigação.

⁶⁰ 2011 – período da pesquisa de campo no Colégio Pedro II.

⁶¹ Doze Unidades Escolares situadas no município do Rio de Janeiro, uma no município de Duque de Caxias e uma no município de Niterói. Dentre essas Unidades Escolares, cinco atendem aos alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental.

⁶² Quantitativo de alunos e professores do CPII em 2011.

⁶³ Departamentos do CPII: Biologia e Ciências, Ciência da Computação, Desenho e Artes Visuais, Educação Física e Folclore, Educação Musical, Filosofia, Física, Geografia, História, Língua Portuguesa e Literaturas, Línguas Anglo-Germânicas (Inglês e Alemão), Línguas Neolatinas Estrangeiras (Francês e Espanhol), Matemática, Primeiro Segmento do Ensino Fundamental, Química e Sociologia.

⁶⁴ Para mais detalhes, consultar a Portaria nº 1.316, de 5 de novembro de 2012.

5.1.1 Caracterização da Unidade Escolar A: *locus* da pesquisa de campo

Criada em 1986 para os alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental, essa Unidade Escolar localiza-se na cidade do Rio de Janeiro, em um bairro residencial que congrega camadas sociais diversas. A Unidade apresenta, em sua infraestrutura, além das salas de aula, pátio; quadra de esportes; auditório; biblioteca; sala de multimeios; salas para professores, técnicos administrativos, coordenadores e direção; laboratórios de Ciências, Informática e Aprendizagem; e salas de Artes, Música e Literatura.

O plano de ensino desta unidade atende aos componentes curriculares Língua Portuguesa, Matemática, Ciências e Estudos Sociais, e também oferece atividades de Informática, Educação Física, Educação Artística, Educação Musical, Literatura e de Apoio.⁶⁵ O corpo docente é constituído por 54 professores efetivos e 9 contratados. Possui um total de 467 alunos, com idades variando entre 6 e 11 anos, distribuídos em turmas do 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental.

A direção, eleita pela comunidade escolar, conta com uma equipe constituída pelo diretor e dois professores adjuntos, um chefe do SESOP,⁶⁶ um chefe da secretaria escolar, um responsável pelo Setor de Gestão de Pessoas, dois coordenadores de turno, quatro orientadores pedagógicos (OPs), quatro coordenadores de área (Matemática, Língua Portuguesa, Ciências e Estudos Sociais) e cinco professores responsáveis pelas coordenações de Música, Literatura, Artes, Informática e Educação Física.

O laboratório de Informática, *locus* dos encontros do grupo de estudos, possui doze computadores, um projetor multimídia e uma impressora jato de tinta. Os computadores são equipados com *software* educacionais livres⁶⁷ ou *freeware*,⁶⁸ com possibilidade de utilização de dois alunos para cada computador. A equipe docente desse ambiente educacional é composta por três professoras, sendo uma delas a responsável pela coordenação.

⁶⁵ Aulas extras para alunos que apresentam problemas de rendimento.

⁶⁶ SESOP - Setor de Supervisão e Orientação Pedagógica.

⁶⁷ *Software* livre - qualquer programa que tem a liberdade de ser usado, copiado, modificado e redistribuído. Opõe-se ao conceito de *software* proprietário.

⁶⁸ *Software freeware* - *software* proprietário que é disponibilizado gratuitamente, mas não pode ser modificado.

5.1.2 O ensino de Geometria e a utilização pedagógica de tecnologias digitais: proposta para os anos iniciais de escolaridade

O ensino de Geometria nos anos iniciais do CPII, fundamentado nas orientações dos PCN (BRASIL, 1997), desenvolve-se a partir de uma metodologia de ensino e aprendizagem sob um enfoque menos informativo e mais de construção do conhecimento, em que o aluno elabora os significados dos conceitos a partir da sua relação com o próprio corpo, com o outro e com o ambiente. Para a compreensão dos aspectos considerados nessa proposta, algumas recomendações norteiam o planejamento das atividades:

- ⇒ a criança deve localizar-se no espaço a partir de atividades relacionadas ao próprio corpo;
- ⇒ os conhecimentos geométricos devem ser explorados ao longo do ano letivo;
- ⇒ o foco das atividades não deve estar na memorização;
- ⇒ as atividades de construção e exploração devem ser o cerne do trabalho;
- ⇒ o uso de materiais manipulativos deve permear as atividades em todos os anos desse segmento de ensino;
- ⇒ as atividades também devem ser desenvolvidas com o uso de tecnologias digitais;
- ⇒ as atividades devem estabelecer conexões entre a Matemática e outras áreas do conhecimento.

Nos quadros 6 e 7, apresentamos as competências disciplinares do eixo Espaço e Forma para os anos iniciais do Ensino Fundamental do CPII.

Competências disciplinares para o 1º ciclo (1º ao 3º ano) – Espaço e Forma

Localização:

- Localizar pessoas ou objetos no espaço com base em diferentes pontos de referência (o próprio aluno, pessoas ou objetos) e indicações de posição, tais como: na frente/atrás, ao lado, perto/longe, direita/esquerda etc.
- Descrever a localização de pessoas ou objetos no espaço usando sua própria terminologia.
- Interpretar a descrição da localização de pessoas ou objetos no espaço.
- Representar a localização de pessoas ou objetos no espaço através de maquetes, esboços e croquis.
- Interpretar a movimentação de pessoas ou objetos no espaço a partir da análise de maquetes, esboços e croquis.

Movimentação:

- Movimentar pessoas e objetos no espaço com base em diferentes pontos de referência (o próprio aluno, outras pessoas ou objetos) e algumas indicações de direção e sentido.
- Descrever a movimentação de pessoas ou objetos no espaço usando sua própria terminologia.
- Interpretar a descrição da movimentação de pessoas no espaço.
- Representar a movimentação de pessoas ou objetos no espaço por meio da construção de itinerários.
- Interpretar a movimentação de pessoas ou objetos no espaço a partir da análise de itinerários.

Forma:

- Estabelecer relações de tamanho e forma para dimensionar o espaço.
- Identificar eixo de simetria.
- Identificar semelhanças e diferenças entre cubos e quadrados; paralelepípedos e retângulos, pirâmides, esferas e cilindros.
- Classificar sólidos geométricos segundo suas características.
- Representar formas geométricas mantendo seus elementos constituintes (retas, ângulos).

Quadro 6: Competências disciplinares para o 1º ciclo – Espaço e Forma

Fonte: Projeto Político Pedagógico do Colégio Pedro II, 2002.

Competências disciplinares para o 2º ciclo (4º ao 5º ano) – Espaço e Forma

Localização:

- Descrever, interpretar e representar a posição de uma pessoa ou objeto no espaço de diferentes pontos de vista.
- Representar a posição de uma pessoa ou objeto no plano utilizando malhas.
- Interpretar a localização de pessoas ou objetos no espaço a partir de plantas.

Movimentação:

- Descrever, interpretar e representar a movimentação de uma pessoa ou objeto no espaço.
- Construir itinerários.

Forma:

- Representar o espaço por meio de maquetes.
- Reconhecer semelhanças e diferenças entre corpos redondos, como a esfera, o cone, o cilindro e outros.
- Reconhecer semelhanças e diferenças entre poliedros (como os prismas, as pirâmides e outros).
- Identificar faces, vértices e arestas em poliedros.
- Compor e decompor figuras tridimensionais identificando diferentes possibilidades.
- Explorar as planificações de algumas figuras tridimensionais.
- Identificar figuras poligonais e circulares nas superfícies planas das figuras tridimensionais.
- Identificar semelhanças e diferenças entre polígonos usando critérios como forma, número de lados e eixos de simetria.
- Compor e decompor figuras planas.
- Identificar ângulo reto.
- Classificar quadriláteros pela medida de seus lados e pelos seus ângulos.
- Explorar paralelismo e perpendicularismo de lados em figuras planas.

Quadro 7: Competências disciplinares para o 2º ciclo – Espaço e Forma

Fonte: Projeto Político Pedagógico do Colégio Pedro II, 2002.

Identificamos nessa configuração uma proposta de ensino de Geometria na qual as atividades planejadas possibilitam ao aluno a construção de relações para a compreensão do espaço ao seu redor e também para o desenvolvimento do pensamento geométrico, conforme orientações dos PCN (BRASIL, 1997).

Quanto à proposta de Informática na Educação, o Colégio Pedro II iniciou os trabalhos em 1985, quando um grupo de cinco professores desenvolveu um projeto intitulado “Informática no Colégio Pedro II”. Motivado pelas possibilidades de oferecer aos alunos e aos professores práticas inovadoras com o uso de tecnologias digitais, o Colégio enviou, em 1987, um professor para participar como aluno do Projeto FORMAR⁶⁹, na Universidade de Campinas e, posteriormente, multiplicar os conhecimentos mobilizados para o corpo docente dessa instituição. Nesse mesmo ano, o Colégio adquiriu 8 computadores Spectrum e uma impressora Graphix. Também em 1987, organizou-se a primeira turma do Curso Técnico de Processamento de Dados (CTPD) e foram oferecidos vários projetos tais como: LOGO, Elaboração de *Coursewares* de Biologia e Formação de Recursos Humanos em Informática Educativa. Desde então, o CPII vem implementando ações na área da inclusão digital, não apenas com o propósito de formar profissionais para dominar as tecnologias digitais, mas principalmente para promover uma nova configuração no ensinar e no aprender.

Nos anos iniciais de escolaridade, a Informática na Educação tem como premissa a construção do conhecimento auxiliada pela tecnologia digital utilizada pelo professor e pelo aluno. Assim sendo, a proposta não é desenvolver conhecimentos de Informática de forma isolada, por cursos específicos de computador, mas utilizar essa tecnologia na realização de atividades que estejam em desenvolvimento, de modo que os recursos do *software* sejam conhecidos a partir da demanda docente e discente. O objetivo é fazer com que a construção de conhecimento se realize por meio de uma aprendizagem com o mínimo de instrução. (PAPERT, 2008).

Nessa perspectiva, a inserção da Informática no currículo dos anos iniciais do Ensino Fundamental no CPII objetiva: democratizar o acesso de professores e alunos às tecnologias digitais de comunicação e informação; oferecer aos alunos oportunidades de aprendizagem, de modo a contribuir para o desenvolvimento da autonomia e criatividade; oferecer instrumentos aos alunos para que eles sejam capazes de interferir e transformar a sociedade; estimular o professor a incorporar novas alternativas que possibilitem o enriquecimento e mudanças em sua prática

⁶⁹ “Projeto patrocinado pelo MEC com o objetivo de preparar os professores da rede pública para a utilização pedagógica do computador e também para atuarem como multiplicadores na formação de outros professores” (VIEIRA, 2003, p. 36).

pedagógica. Para tal, os princípios metodológicos que fundamentam essa proposta baseiam-se: na aprendizagem por redescoberta; na atividade lúdica; na interatividade, que favorece o desenvolvimento da capacidade crítica e reflexiva; na adequação ao estágio de desenvolvimento do aluno; no trabalho cooperativo; na integração ao currículo; e na problematização.

Algumas estratégias constam do PPP do CII e são consideradas fundamentais para possibilitar a utilização do computador nas aulas. São elas: mínimo de um tempo semanal de aula, por aluno; mínimo de três professores no laboratório de Informática; participação dos professores do laboratório nos planejamentos das áreas do currículo; participação dos professores de turma nas aulas no laboratório; formação continuada do professor de turma e da equipe do laboratório. Além dessas estratégias, a escola propõe um laboratório aberto, não atrelado a horários, tornando possível o uso desse espaço para professores e alunos fora do horário de turma.

Convém salientar que, embora conste no PP tais estratégias, atualmente, em algumas Unidades Escolares a grade de horário das turmas não possibilita que os professores participem do planejamento das atividades com a equipe do laboratório de Informática e tampouco utilizem esse espaço informatizado para participar e/ou dinamizar as suas aulas.

5.2 ETAPA 2: PLANEJAMENTO DE AÇÕES PARA O GRUPO DE ESTUDOS

Após a autorização para o desenvolvimento da investigação no CII, demos início à segunda etapa do trabalho, que englobou o planejamento das ações relativas à pesquisa de campo.

Planejamos, em todas as Unidades Escolares do Colégio, uma reunião com os professores que atendem aos alunos dos anos iniciais de escolaridade, para apresentarmos a nossa proposta de pesquisa. Elaboramos, para ser essa reunião, um documento que se propunha a sondar o interesse dos docentes em participar deste estudo como sujeitos e, em caso afirmativo, as suas preferências quanto aos dias da semana, horário e Unidade Escolar para a realização dos encontros do grupo de estudos (Apêndice D).

Nessa etapa, embora o PPP do CPII já apresente os pressupostos que fundamentam o trabalho de Geometria nos anos iniciais, entrevistamos as coordenadoras de Matemática e dos laboratórios de Informática para verificarmos, na prática, como esse ensino é abordado pelos professores. É importante ressaltar que o plano curricular do CPII propõe ações pedagógicas para o ensino de Matemática envolvendo todos os eixos dos PCN (BRASIL, 1997); entretanto, o eixo “Espaço e Forma” é pouco explorado em sala de aula. Os três depoimentos das coordenadoras de Matemática, apresentados a seguir, revelam essa realidade:

Eixo pouco trabalhado. (ENT – CMB – 20/06/2011)

A proposta é que se trabalhe todos os eixos, mas nem sempre o professor dá ênfase ao trabalho de Geometria; não dá importância, vai deixando para o final. Neste ano, conseguimos convencer o 3º ano a trabalhar a Geometria: sólidos, planificação, explorar as propriedades e identificar semelhanças e diferenças.

(ENT – CMC -16/06/2011)

O ensino de Geometria acontece desde que esteja previsto no planejamento do ano. (ENT – CMD – 17/06/2011)

Constatamos também que, quando a Geometria é contemplada, o professor utiliza materiais manipulativos para trabalhar os seus conteúdos. Esse o cenário traçado nas entrevistas. A nossa decisão de não utilizar esse tipo de material nas atividades planejadas para os encontros do grupo decorre da análise de observações como estas:

A sugestão é de que o trabalho seja realizado no laboratório de Matemática com dois tempos semanais para cada turma. Nesse espaço, as professoras podem utilizar o Tangram, o Geoplano, os Blocos Lógicos, papel quadriculado e os sólidos geométricos.

(ENT – CME -16/06/2011)

Utilizamos material concreto para os alunos manipularem: canudos, sólidos, bolinhas de isopor, sucata e maquetes. Com as turmas do 4º e 5º anos utilizamos o Tangram e o Geoplano para abordar as figuras planas, área e perímetro. (ENT – CMA – 15/06/2011)

A partir da planificação os alunos montam os sólidos.

(CMB – 20/06/2011)

No 2º ano, os alunos exploram as propriedades das figuras planas das peças dos Blocos Lógicos e, no 3º ano, exploram os sólidos com embalagens. (ENT – CMD – 17/06)

Em relação à utilização de tecnologia digital no ensino de Geometria, tanto os depoimentos das coordenadoras de Matemática quanto os das coordenadoras dos laboratórios de Informática evidenciaram que não há uma proposta de trabalho nesse sentido. Essa questão foi comentada e alguns aspectos estão apontados abaixo:

Não houve planejamento de atividades envolvendo a Geometria com o uso do computador junto aos professores.

(ENT – CMC – 16/06/2011)

Não há proposta de trabalhar a Geometria no laboratório de Informática. (ENT – CMA – 15/06/2011)

Não há um trabalho efetivo de Geometria com uso de *software* específico. Quando o 1º ano trabalhou com figuras planas, utilizamos o *Paint*, mas sem explorar elementos e propriedades.

(ENT – CLA – 15/06/2011)

Quando o professor de turma solicita um conteúdo de Geometria para ser trabalhado no computador, a equipe elabora atividades no *PowerPoint*. Não há *software* para o ensino de Geometria e nem um plano de trabalho de Geometria com os alunos.

(ENT – CLE – 16/06/2011)

Não se trabalha sistematicamente, não se trabalha com programas específicos de Geometria. Indiretamente, acaba-se envolvendo a Geometria. Ex: *LOGO*, trabalha com as direções e giros. Não há exploração dos conceitos de Geometria. (ENT – CLC – 16/06/2011)

Ficou evidente, nos depoimentos das coordenadoras de Matemática e do laboratório de Informática, que o *software Construfig3D* estava disponível no laboratório, mas que ele não era utilizado no ensino de Geometria. Os recortes abaixo expressam essa evidência:

No laboratório de Informática, o que está disponibilizado são os seguintes recursos: *Construfig3D*, Jogo das Embalagens e *sites* que abordam sólidos geométricos. (ENT – CMB – 20/06/2011)

Software especificamente para o ensino de Geometria existe no laboratório o *Construfig3D*, mas não é trabalhado.

(ENT – CLB – 20/06/2011)

A partir dos depoimentos das coordenadoras e da análise realizada na etapa da pesquisa documental sobre a abordagem de Geometria nos anos iniciais de escolaridade, planejamos as atividades dos encontros do grupo de estudos.

Completando o planejamento inicial da pesquisa de campo, definimos que os encontros aconteceriam ao longo de seis meses, com sessões semanais de 1h30min, no laboratório de Informática da Unidade Escolar A, no período de junho a dezembro de 2011. O quadro 8 detalha o plano das diversas fases do grupo de estudos.

Fases	Tarefas planejadas
Fase A	<ul style="list-style-type: none"> - apresentação das professoras participantes da pesquisa; - questionário para levantamento do perfil das professoras e de informações acerca da familiarização e utilização pedagógica dos recursos tecnológicos digitais (Apêndice A); - apresentação e discussão da proposta da pesquisa; - apresentação, no <i>PowerPoint</i>, do projeto “Releitura das Esculturas de Amilcar de Castro num ambiente de Geometria Dinâmica”⁷⁰ (Apêndice E); - familiarização das ferramentas dos <i>software SketchUp</i> (Apêndice F), <i>Régua e Compasso</i> (Apêndice G) e <i>ConstruFig3D</i> e realização de atividades abordando conceitos de figuras espaciais e planas; - leitura e discussão das fichas de Geometria para retomada dos conceitos geométricos sobre figuras espaciais e planas (Apêndice H); - sugestões e definição de nome para o grupo de estudos de Geometria; - discussão das competências, habilidades e conteúdos do eixo Espaço e Forma (Apêndice I); - preenchimento da ficha “Primeiras Reflexões” (Apêndice C).
Fase B	<ul style="list-style-type: none"> - planejamento e elaboração de uma sequência de atividades nos <i>software</i> estudados para aplicação com os alunos; - confecção de um protocolo para acompanhar o aprendizado dos alunos.
Fase C	<ul style="list-style-type: none"> - aplicação, no laboratório de Informática, das atividades elaboradas pelo grupo; - reflexão e discussão, pelo grupo, da aplicação das atividades.
Fase D	<ul style="list-style-type: none"> - entrevista coletiva semiestruturada com as professoras; - preenchimento da ficha “Reflexões Finais” (Apêndice C).

Quadro 8: Fases do grupo de estudos
Fonte: Acervo Pessoal

Planejamos apresentar, na Fase A, o projeto “Releitura das Esculturas de Amilcar de Castro num ambiente de Geometria Dinâmica” para mostrar ao grupo as possibilidades pedagógicas dos recursos tecnológicos digitais. Tal projeto foi desenvolvido com o *software* de Geometria Dinâmica *Régua e Compasso* e com o *Paintbrush*, *software* de edição de desenho.

Além desse projeto, elaboramos duas atividades (Apêndice J) - representadas na figura 17 - com sólidos geométricos construídos previamente para mostrar às professoras algumas ferramentas do *SketchUp* que possibilitam a retomada dos

⁷⁰ Projeto desenvolvido pelas equipes de Desenho Geométrico e do laboratório de Informática da Unidade São Cristóvão II, do CPII, com as turmas do 7º ano.

conceitos geométricos abordados no planejamento curricular de Geometria dos anos iniciais de escolaridade do CPII (Apêndice I).

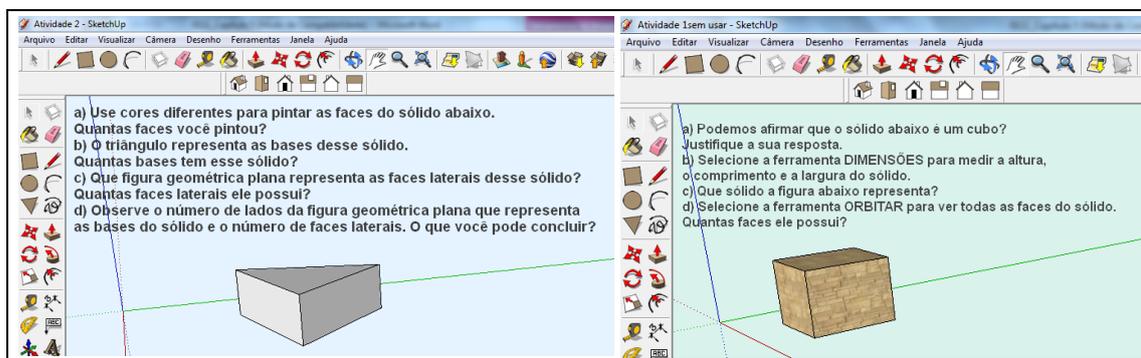


Figura 17: Atividade de apresentação do *software SketchUp*

Fonte: Acervo Pessoal

A seguir, apresentamos as atividades planejadas para essa fase.

5.2.1 Atividades planejadas *a priori*

Planejamos uma sequência de atividades em três fichas (Apêndice F), nas quais as professoras construíram as figuras no *software SketchUp*. Nessas fichas, não havia registros de itens explorando as propriedades das respectivas figuras geométricas; entretanto, era nossa intenção avaliar oralmente cada atividade.

Na primeira ficha, as três atividades traziam orientações para a construção de prismas, aqui registradas no quadro 9.

Atividades	Conceitos Geométricos	SketchUp (Ferramentas)
1) Na área de desenho há três eixos: eixo x (vermelho), eixo y (verde) e eixo z (azul). Deslize o ponteiro do mouse sobre os ícones por alguns segundos. O que você observa?	Dimensões: altura, comprimento e largura	Apresentação da tela inicial
2) Vamos criar um prisma de base hexagonal.	Prisma: faces, bases, número de faces; figuras que formam as bases e as faces laterais (hexágono e retângulo)	<i>Polígono, Empurrar/Puxar Panorâmica, Zoom, Modelo Centralizado, Pintura, Orbitar e Dimensões e/ou Fita métrica</i>
3) Utilize as ferramentas selecionadas anteriormente e crie um prisma com outra base. Escolha uma cor para pintar as faces laterais e uma outra para as bases. Determine as medidas das arestas do prisma que você criou.	Prisma: faces, bases, número de faces; arestas e figuras que formam as bases e as faces	<i>Polígono, Empurrar/Puxar, Pintura, Orbitar e Dimensões e/ou Fita métrica</i>

Quadro 9: Assuntos abordados nas atividades da ficha 1.

Fonte: Acervo Pessoal

As atividades planejadas na segunda ficha mostram as etapas para a construção de pirâmides, cones e esferas, resumidas aqui no quadro 10.

Atividades	Conceitos Geométricos	SketchUp (Ferramentas)
1) Criando uma pirâmide de base qualquer	Pirâmide: faces, base, arestas, vértices, figuras que formam a base e as faces laterais	<i>Polígono e Linha</i>
2) Criando uma pirâmide de base quadrangular	Pirâmide: faces, base, arestas, vértices, figuras que formam a base e as faces laterais (triângulo e quadrado)	<i>Retângulo, Linha, Mover/Copiar</i>
3) Criando um cone	Cone: vértice, base, círculo	<i>Círculo, Linha, Selecionar e Siga-me</i>
4) É hora de desenhar uma esfera	Esfera Corpos redondos	<i>Círculo, Selecionar e Siga-me</i>

Quadro 10: Assuntos abordados nas atividades da ficha 2.
Fonte: Acervo Pessoal

A terceira ficha, registrada no quadro 11, explora ferramentas que favorecem a abordagem dos conceitos de volume e rotação. Antes da realização dessa ficha pelas professoras, preparamos uma atividade (figura 18) com a intenção de mostrar como sobrepor os objetos geométricos construídos (Apêndice J).

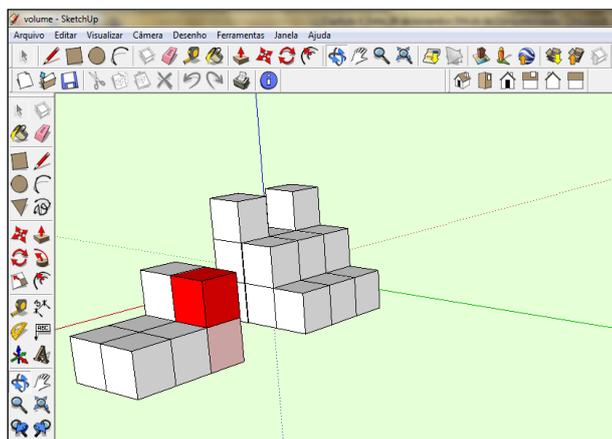


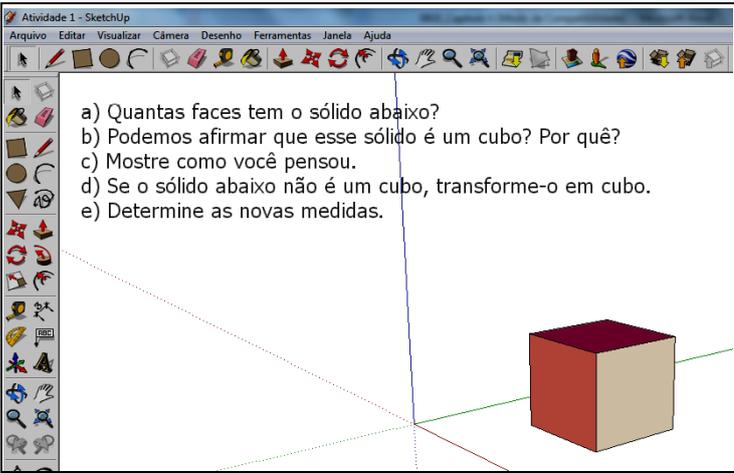
Figura 18: Cubos sobrepostos
Fonte: Arquivo Pessoal

Atividades	Conceitos Geométricos	SketchUp (Ferramentas)
1) Construir um sólido qualquer e agrupar	Faces, arestas, vértices e figuras planas	<i>Selecionar e Criar grupo</i>
2) Construir um cubo, mover e rotacionar	Cubo: faces, bases, arestas, vértices, figuras planas que formam a base e as faces	<i>Retângulo, Empurrar/Puxar Criar grupo, Mover e Rotar</i>
3) Mudar o visual da Área de Trabalho	-	<i>Menu Janela, Estilo e Editar</i>
4) Construir um cubo a partir da construção de cubinhos.	Cubo: faces, bases, arestas, vértices, figuras planas, volume	<i>Retângulo, Empurrar/Puxar Criar grupo, Mover</i>

Quadro 11: Assuntos abordados nas atividades da ficha 3
Fonte: Acervo Pessoal

Diferentemente da sequência anterior, nas atividades seguintes planejadas no *SketchUp*, as figuras estavam construídas na tela. A partir da reflexão dos conceitos geométricos necessários para responder aos itens propostos, pretendíamos que as professoras estabelecessem relações com as ferramentas do aplicativo.

A atividade 1 explorava as propriedades e os elementos do cubo e do paralelepípedo, como se vê no quadro 12.

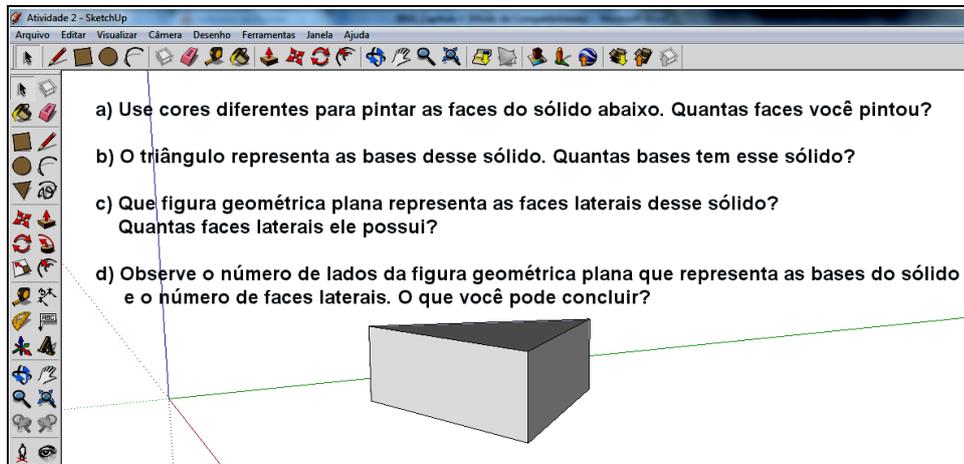
	<p>Conceitos Geométricos</p> <p>propriedades e elementos do cubo e do paralelepípedo</p> <hr/> <p>SketchUp (Ferramentas)</p> <p><i>Dimensões, Fita métrica, Orbital e Empurrar/Puxar</i></p>
--	--

Quadro 12: Atividade 1 - 2º, 3º e 4º anos
Fonte: Acervo Pessoal

Nessa atividade, as professoras conheceram a ferramenta *Orbital* para saber quantas faces tem esse sólido. A ferramenta *Orbital* permite modificar o sistema de referência espacial e observar, na figura, a quantidade de faces, arestas e vértices.

Para responder aos itens **b** e **c**, o grupo precisava refletir sobre as características do cubo e do paralelepípedo. A ferramenta *Empurrar/Puxar* faz alterações nas medidas do sólido; portanto, as professoras a conheceram no item **d**. No item **e**, utilizaram as ferramentas *Dimensões* e/ou *Fita métrica*. Essas ferramentas mostram as medidas das arestas do sólido.

A atividade 2, representada no quadro 13, aborda um prisma com base triangular.



Atividade 2 - SketchUp

Arquivo Editar Visualizar Câmera Desenho Ferramentas Janela Ajuda

a) Use cores diferentes para pintar as faces do sólido abaixo. Quantas faces você pintou?

b) O triângulo representa as bases desse sólido. Quantas bases tem esse sólido?

c) Que figura geométrica plana representa as faces laterais desse sólido? Quantas faces laterais ele possui?

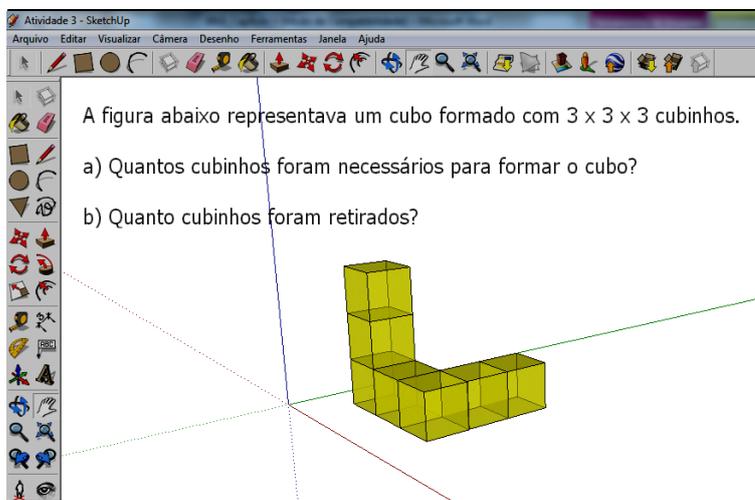
d) Observe o número de lados da figura geométrica plana que representa as bases do sólido e o número de faces laterais. O que você pode concluir?

Conceitos Geométricos	SketchUp (Ferramentas)
prisma: faces, bases, figuras das bases e das faces laterais do prisma	<i>Pintura e Orbital</i>

Quadro 13: Atividade 2 – 4º ano
 Fonte: Acervo Pessoal

Nessa atividade, as professoras utilizaram, nos itens **a** e **b**, a ferramenta *Orbital* para girar o sólido, saber a quantidade de faces e pintar cada uma delas com a ferramenta *Pintura*. No item **d**, era nossa intenção que o grupo refletisse sobre a relação entre o número de lados da figura plana que forma as bases e o número de faces laterais do sólido.

Propusemos, na atividade 3, registrada no quadro 14, que as professoras construíssem os cubinhos para responder aos itens sugeridos.



Atividade 3 - SketchUp

Arquivo Editar Visualizar Câmera Desenho Ferramentas Janela Ajuda

A figura abaixo representava um cubo formado com 3 x 3 x 3 cubinhos.

a) Quantos cubinhos foram necessários para formar o cubo?

b) Quanto cubinhos foram retirados?

Conceitos Geométricos
Propriedades do cubo e volume
SketchUp (Ferramentas)
<i>Polígono, Empurrar/Puxar, Pintura, Selecionar, Orbital e Dimensões, Criar grupo e Mover</i>

Quadro 14: Atividade 3 – 4º ano
 Fonte: Acervo Pessoal

Na construção desse arquivo, as atividades foram planejadas para utilizar a ferramenta *Polígono* na produção do quadrado e a ferramenta *Empurrar/Puxar* para transformar o quadrado em cubo. A utilização da ferramenta *Orbital*, a contagem dos cubinhos e os comandos *Copiar* e *Colar* são estratégias que possibilitam responder aos itens **a** e **b**. É necessário usar a função *Criar grupo* para agrupar os elementos dos cubinhos, ou seja, as faces, as arestas e os vértices de modo que, ao movimentá-los, eles não se deformem. Após esse agrupamento, as professoras usaram a ferramenta *Mover* para sobrepor os cubinhos e formar o cubo.

A atividade seguinte, representada no quadro 15, foi planejada com o objetivo de promover uma discussão acerca das semelhanças e diferenças entre corpos redondos e poliedros.

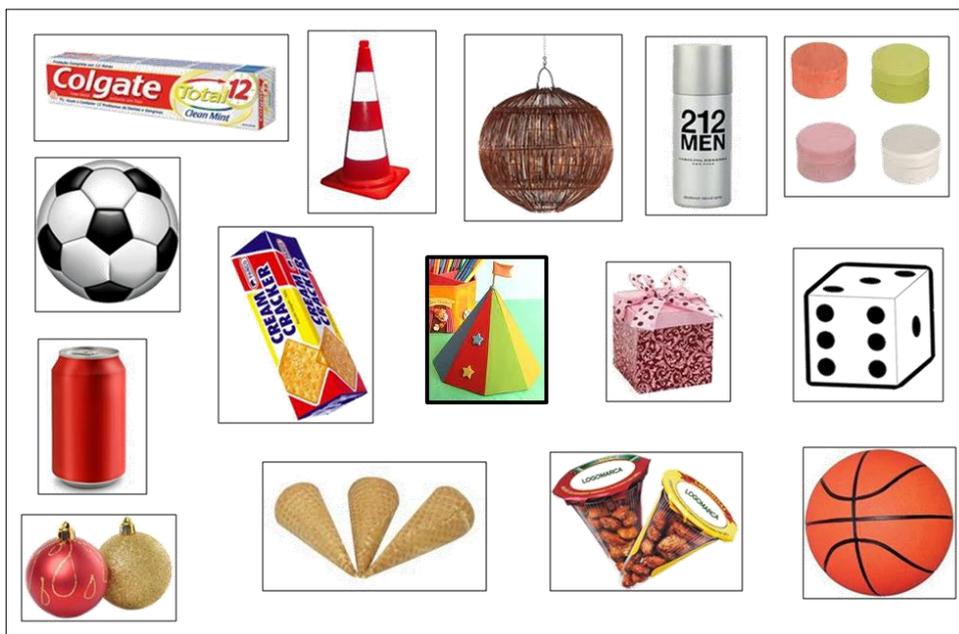
Observe os sólidos abaixo:

- Algum sólido não pode rolar? Qual?
- Por que esse sólido não pode rolar?
- Quais os sólidos que têm arestas?
- Quantas arestas há em cada um?
- Quais os sólidos possuem vértices?
- Pegue as figuras que você recebeu de seu professor. Quais as que se parecem com esses sólidos?
- Dentre essas figuras, há alguma que não tem forma parecida com esses sólidos? Se há, qual?

Conceitos Geométricos	SketchUp (Ferramentas)
semelhanças e diferenças entre os corpos redondos e poliedros; arestas, vértices e faces	<i>Orbital</i>

Quadro 15: Atividade 4 – 4º ano
Fonte: Acervo Pessoal

Nessa atividade, a ferramenta *Orbital* permitiu que as professoras identificassem os sólidos que possuem superfícies planas, superfícies arredondadas, vértices e arestas. Para a solução dos itens **f** e **g**, trabalhamos com a visualização e a representação mental que cada professora realizou ao relacionar cada sólido com os exemplos do nosso dia a dia, selecionados no quadro 16.



Quadro 16: Figuras para resolução da atividade 4
 Fonte: Acervo Pessoal

A atividade 5, apresentada no quadro 17, foi planejada para explorar a vista do alto de algumas figuras espaciais e promover a reflexão acerca das semelhanças e diferenças entre elas. Pedimos, nessa atividade, que as professoras debatessem as características da esfera, do cilindro e do cone - para tentar identificar o sólido pintado de rosa, e as características da pirâmide e do prisma - para nomear os sólidos pintados de verde e de laranja. Após essa discussão, pedimos que apontassem a ferramenta *Orbitor* para constatar se as suas conjecturas eram válidas ou não.

<p>Atividade 5 - SketchUp</p> <p>Arquivo Editar Visualizar Câmera Desenho Ferramentas Janela Ajuda</p> <p>Alto</p> <p>As figuras abaixo representam a vista do alto (ou de cima) de três sólidos.</p> <ol style="list-style-type: none"> Que sólido está pintado de verde? E de laranja? E de rosa? Que ferramenta você selecionará para saber se acertou? O que os sólidos verde e laranja têm em comum? E os sólidos verde e rosa? Há alguma semelhança entre os três sólidos? 	<p>Conceitos Geométricos</p> <p>vista do alto, semelhanças e diferenças entre as figuras; vértices, arestas e faces; figuras planas</p> <hr/> <p>SketchUp (Ferramentas)</p> <p><i>Orbitor</i></p>
---	---

Quadro 17: Atividade D – 4º ano
 Fonte: Acervo Pessoal

As atividades seguintes foram elaboradas no *software Construfig3D*. Esse aplicativo tem construções programadas previamente no banco de dados. Dessa forma, as atividades para familiarização das ferramentas, enumeradas no quadro 18, foram apresentadas oralmente, assim como os conceitos geométricos envolvendo cada construção.

Atividades	Conceitos Geométricos	Construfig3D (Ferramentas)
1) Construção da pirâmide de base hexagonal	Pirâmide: faces, base, arestas, vértices, figuras planas que formam a pirâmide	7, Hexágono, Triângulo, 3D e Rodar
2) Construção do cubo	Cubo: faces, base, arestas, vértices, figuras planas que formam o cubo	6, Quadrado, 3D e Rodar
3) Construção do paralelepípedo	Paralelepípedo: faces, base, arestas, vértices, figuras planas que formam o paralelepípedo	6, Retângulo, Quadrado, 3D e Rodar
4) Construção do cone	Cone: base e superfície lateral; figura que forma a base	2, Círculo, Setor, 3D e Rodar
5) Construção do prisma de base pentagonal	Prisma: faces, bases, arestas, vértices, figuras planas que formam o prisma	7, Retângulo, Pentágono, 3D e Rodar
6) Construção do prisma de base hexagonal	Prisma: faces, bases, arestas, vértices, figuras planas que formam o prisma	8, Retângulo, Hexágono, 3D e Rodar
7) Construção do prisma de base triangular	Prisma: faces, bases, arestas, vértices, figuras planas que formam o prisma	5, Retângulo, Triângulo, 3D e Rodar
8) Construção da pirâmide de base triangular	Pirâmide: faces, base, arestas, vértices, figuras planas que formam a pirâmide	4, Triângulo, 3D e Rodar
9) Construção da pirâmide de base pentagonal	Pirâmide: faces, base, arestas, vértices, figuras planas que formam a pirâmide	6, Pentágono, Triângulo, 3D e Rodar
10) Construção da pirâmide de base quadrada	Pirâmide: faces, base, arestas, vértices, figuras planas que formam a pirâmide	5, Quadrado, Triângulo, 3D e Rodar
11) Construção do cilindro	Cilindro: bases e superfície lateral; figura que forma as bases	3, Círculo, Retângulo, 3D e Rodar ou 3, Círculo, Quadrado, 3D e Rodar

Quadro 18: Atividades no *software Construfig3D*
Fonte: Acervo Pessoal

Para exploração das ferramentas do *software Régua e Compasso*, elaboramos duas fichas com atividades de construção das figuras planas. Os quadros 19 a 27 apresentam a sequência, que contém nove atividades que exploram os conceitos de ponto, reta, segmento de reta, retas paralelas, retas perpendiculares, ângulos e círculos, e sugerem a construção do quadrado, do paralelogramo e do triângulo equilátero. Na nona e última atividade da sequência,

pedimos às professoras que refletissem sobre o comportamento dos triângulos quando os pontos livres são arrastados por meio das ferramentas *Mover ponto* e *Animar ponto*.

Atividade 1 – Explorando a Área de Trabalho	
a) Carregue o <i>software Régua e Compasso</i> . O que você vê na Tela Principal? b) Deslize o ponteiro do mouse sobre os ícones por alguns segundos. O que você observa? c) Selecione a ferramenta para criar pontos e crie quatro pontos com padrões diferentes na Área de Trabalho. Nomeie cada um dos pontos e pinte cada um com uma cor diferente. Para isso, clique com o botão direito sobre os pontos e faça as mudanças desejadas. d) Coloque o ponteiro do mouse sobre os pontos. O que você observa?	
Conceitos Geométricos	Régua e Compasso (Ferramentas)
ponto	<i>Ponto, Cor padrão do objeto, Editar ponto</i>

Quadro 19: Assuntos abordados na atividade 1 da Ficha 4.
Fonte: Acervo Pessoal

Atividade 2 - Trabalhando com retas	
a) O que é necessário para se criar uma reta? b) Utilize a ferramenta Reta para criar a reta “r” na Área de trabalho. O que você observa na Área de Dicas? c) Mude a cor e o padrão da reta que você criou. d) Coloque o ponteiro do mouse sobre a reta. O que você observa? e) Selecione a opção Apagar Objeto para apagar os objetos da Área de Trabalho. f) Crie três retas na Área de Trabalho formando um triângulo. Utilize a ferramenta <i>Ponto</i> para criar os vértices do triângulo. g) Apague um dos pontos que forma as retas. O que aconteceu? Por quê? h) Para trazer de volta as retas que foram excluídas da Área de Trabalho, selecione a ferramenta Desfazer Últimas Remoções . i) Vamos agora colorir o triângulo que você construiu. Escolha a cor no botão Cor padrão do objeto e selecione o botão Polígono . A seguir, clique nos vértices do triângulo para preencher a figura com a cor selecionada. j) É possível mudar as posições dos vértices desse triângulo. Utilize a ferramenta Mover ponto e mova todos os vértices. Os pontos que puderam ser movidos são chamados de pontos livres . l) Na barra de menus, clique em Arquivo e em seguida Salvar Construção Como . Grave esse arquivo com o nome Atividade2_seu nome na sua pasta.	
Conceitos Geométricos	Régua e Compasso (Ferramentas)
retas triângulo: vértices	<i>Reta, Ponto, Espessura Padrão do objeto, Cor padrão do objeto, Apagar objeto, Desfazer últimas remoções, Polígono, Editar reta</i>

Quadro 20: Assuntos abordados na atividade 2 da Ficha 4.
Fonte: Acervo Pessoal

Atividade 3 – Traçando retas perpendiculares	
a) Utilize a ferramenta Reta e crie uma reta “r” na Área de Trabalho e nomeie os dois pontos que determinam a reta. A seguir, selecione a ferramenta que traça retas perpendiculares. O que você observa na Área de Dicas ao selecionar essa ferramenta? b) Após a leitura da dica, que ação será executada? c) Trace duas retas “s” e “t” perpendiculares à reta “r” passando, cada uma, por um ponto conforme orientação Área de Dicas.	
Conceitos Geométricos	Régua e Compasso (Ferramentas)
retas perpendiculares	<i>Reta, Ponto, Perpendicular Editar reta e Editar ponto</i>

Quadro 21: Assuntos abordados na atividade 3 da Ficha 4.
Fonte: Acervo Pessoal

Atividade 4 – Traçando retas paralelas	
<p>a) Selecione a ferramenta que traça retas paralelas.</p> <p>b) Trace retas paralelas a “r”, “s” e “t” da atividade anterior, nomeando cada uma delas.</p> <p>c) Grave esse arquivo com o nome Atividade4_seu nome na sua pasta.</p>	
Conceitos Geométricos	Régua e Compasso (Ferramentas)
retas paralelas	<i>Paralelas, Editar reta</i>

Quadro 22: Assuntos abordados na atividade 4 da Ficha 4.

Fonte: Acervo Pessoal

Atividade 5 – Desenhando círculos	
<p>a) Selecione a ferramenta para traçar um segmento de reta medindo 3 cm de comprimento, com pontos O e H. Para determinar o comprimento, clique com o botão direito sobre o segmento.</p> <p>b) A seguir, utilize a ferramenta que constrói círculos, desenhando um círculo de centro no ponto O, passando pelo ponto H.</p> <p>c) Em seguida, desenhe outro círculo de centro no ponto H, passando pelo ponto O.</p> <p>d) Desenhe outro círculo com origem no ponto de interseção superior, passando pelos pontos O e H. Como descobrir qual o ponto de interseção?</p> <p>e) Desenhe outro círculo com origem no ponto de interseção inferior, passando pelos pontos O e H.</p> <p>f) Agora, desenhe vários polígonos de cores diferentes nesses círculos.</p> <p>g) Grave esse arquivo com o nome Atividade5_seu nome na sua pasta.</p>	
Conceitos Geométricos	Régua e Compasso (Ferramentas)
Círculos, segmento de reta, ponto e interseção	<i>Segmento, Círculo, Polígono, Editar ponto Medir segmentos</i>

Quadro 23: Assuntos abordados na atividade 5 da Ficha 4.

Fonte: Acervo Pessoal

Atividade 6 – Construindo um quadrado	
<p>a) Desenhe o lado inferior do lado do quadrado utilizando a ferramenta para traçar um segmento de reta medindo 3 cm de comprimento, com pontos A e B.</p> <p>b) A seguir, trace uma reta “r” perpendicular ao segmento AB, passando pelo ponto A e uma reta “s” perpendicular ao segmento AB, passando pelo ponto B.</p> <p>c) Utilizando a ferramenta que constrói círculos, desenhe um círculo de centro no ponto A, passando pelo ponto B e, outro círculo, de centro no ponto B, passando pelo ponto A.</p> <p>d) Marque as interseções dos círculos com as retas perpendiculares e crie os pontos C e D, utilizando a ferramenta que desenha pontos.</p> <p>e) Agora, esconda as retas perpendiculares e os círculos utilizando a ferramenta Ocultar objeto e desenhe os lados que faltam do quadrado, utilizando a ferramenta que traça segmentos de reta.</p> <p>f) Escolha uma cor para pintar o quadrado.</p> <p>g) Mova os pontos livres. Utilize a ferramenta texto para registrar as propriedades do quadrado, os pontos livres existentes e o que você observa com as propriedades da figura ao mover os pontos livres.</p> <p>h) Grave esse arquivo com o nome Atividade6_seu nome na sua pasta.</p>	
Conceitos Geométricos	Régua e Compasso (Ferramentas)
quadrado; ponto; segmento de reta; reta perpendicular; reta paralela; círculo	<i>Segmento, Perpendicular, Círculo, Ponto, Polígono, Texto, Ocultar objeto, Mover ponto; Editar reta e Editar ponto</i>

Quadro 24: Assuntos abordados na atividade 6 da Ficha 4.

Fonte: Acervo Pessoal

Atividade 7 – Construindo um paralelogramo

- Selecione a opção **Segmento** e crie um segmento **AB**.
- Crie um ponto **D** não pertencente ao segmento **AB**.
- Selecione a opção **Segmento** e crie um segmento **AD**.
- A seguir, trace uma reta “**r**” paralela ao segmento **AB**, passando por **D** e uma reta “**s**” paralela ao segmento **AD**, passando por **B**.
- Selecione a ferramenta que desenha pontos e marque a interseção **C** de “**r**” e “**s**”.
- Agora, esconda as retas paralelas, utilizando a opção **Ocultar objeto** e desenhe os lados que faltam do paralelogramo.
- Torne a sua figura mais bonita escolhendo uma cor para pintá-la.
- Selecione a ferramenta **Ângulo** e marque os ângulos **BAD**, **DCB**, **CBA** e **ADC**. Lembre-se de que o segundo ponto clicado é o vértice do ângulo.
- A seguir, determine o valor de cada ângulo, clicando com o botão direito do mouse sobre a sua marca e selecionando no quadro o botão **Mostrar valores dos objetos**.
- Procedendo da mesma forma, determine os valores dos lados do paralelogramo.
- Mova os pontos livres. Todos os pontos são livres? Por quê?
- Utilize a ferramenta texto para registrar as propriedades do paralelogramo, os pontos livres existentes e o que você observa com as propriedades da figura ao mover os pontos livres.
- Grave esse arquivo com o nome **Atividade7_seu nome** na sua pasta.

Conceitos Geométricos	Régua e Compasso (Ferramentas)
paralelogramo; ponto; segmento de reta; reta perpendicular; reta paralela; círculo; ângulo	<i>Segmento, Perpendicular, Círculo, Ponto, Polígono, Texto, Ocultar objeto, Mover ponto; Editar reta e Editar ponto</i>

Quadro 25: Assuntos abordados na atividade 7 da Ficha 4.

Fonte: Acervo Pessoal

Atividade 8 – Construindo um triângulo equilátero

- Determine as propriedades do triângulo equilátero que você conhece:
- Desenhe a base do triângulo equilátero utilizando a ferramenta para traçar um segmento de reta medindo 2 cm de comprimento, com pontos **A** e **B**.
- Utilizando a ferramenta que constrói círculos, desenhe um círculo de centro no ponto **A**, passando pelo ponto **B** e, outro círculo, de centro no ponto **B**, passando pelo ponto **A**.
- Marque a interseção dos círculos e crie o ponto **C**, utilizando a ferramenta que desenha pontos.
- Com os três vértices construídos, desenhe os outros lados do triângulo utilizando a ferramenta que traça segmentos de reta.
- Podemos afirmar que o triângulo construído é equilátero? Por quê?
- Agora, esconda os círculos, utilizando a ferramenta **Ocultar objeto**.
- Escolha uma cor para pintar o triângulo.
- Todos os pontos do triângulo são considerados livres? Por quê?
- Mova os pontos livres. O que você observa com as propriedades da figura ao mover os pontos livres?
- Grave esse arquivo com o nome **Atividade8_seu nome** na sua pasta.

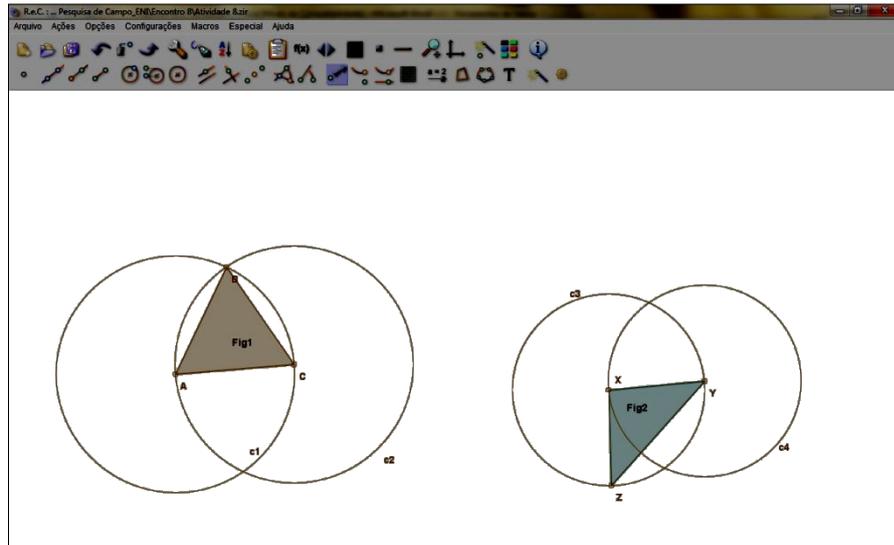
Conceitos Geométricos	Régua e Compasso (Ferramentas)
triângulo equilátero; segmento de reta; pontos, círculos, interseção,	<i>Segmento, Círculo, Ponto, Polígono, Texto, Ocultar objeto, Mover ponto; Editar reta e Editar ponto</i>

Quadro 26: Assuntos abordados na atividade 8 da Ficha 4.

Fonte: Acervo Pessoal

Como já dito anteriormente, as oito primeiras atividades no *software Régua e Compasso* foram planejadas para as professoras fazerem as suas construções; contudo, na última, a atividade 9, representada no quadro 27, elas receberam um arquivo pronto para exploração das propriedades e características dos triângulos.

Atividade 9

**Abra o arquivo da atividade 9:**

- A seguir, classifique cada triângulo observando os lados de cada um.
- Justifique suas respostas, observando as animações do triângulo e do círculo.
- Selecione a opção **Ocultar objeto** e esconda os círculos utilizados em cada construção.
- Selecione a opção **Mover ponto** e observe os pontos livres de cada triângulo. Em cada triângulo todos os pontos são livres? Por quê?
- Exiba novamente os círculos construídos, utilizando a ferramenta **Mostrar objetos**.
- Anime o ponto **A** sobre o círculo **c2** utilizando a ferramenta **Animar ponto** e observe as propriedades do triângulo.
- Anime o ponto **C** sobre o círculo **c1** e observe as propriedades do triângulo.
- Ao animar os pontos da **Fig.1**, a medida dos lados do triângulo se alterou? Por quê?
- Anime o ponto **Y** sobre o círculo **c3** e observe as propriedades do triângulo.
- Anime o ponto **X** sobre o círculo **c4** e observe as propriedades do triângulo.
- Ao animar os pontos da **Fig.2**, os lados de mesma medida se alteraram? Por quê?
- Ao animar os pontos da **Fig.2**, o lado de medida diferente se alterou? Por quê?
- A maior medida que o lado de medida diferente da **Fig.2** pode apresentar corresponde a que elemento do círculo?
- É possível animar o ponto **B** da **Fig.1**? Por quê?

Conceitos Geométricos	Régua e Compasso (Ferramentas)
triângulo: classificação (lados e ângulos) propriedades dos triângulos, círculo: raio, diâmetro	<i>Ocultar objeto, Mover ponto, Mostrar objetos Ocultos, Animar um ponto</i>

Quadro 27: Assuntos abordados na atividade 9 da Ficha 4.
Fonte: Acervo Pessoal

As atividades seguintes (quadros 28 a 32) não foram planejadas *a priori* como as das sequências apresentadas anteriormente. Elas foram elaboradas a pedido das professoras, uma vez que perceberam a necessidade de explorar um pouco mais as ferramentas do *software Régua e Compasso*.

C.a.R. : ... e Campo_ENI\Encontro 10\Atividades\Enc10_at1.zir

Arquivo Editar Opções Configurações Macros Especial Ajuda



Atividade 1

- Desenhe um segmento de reta de 2 cm.
- Faça aparecer a medida.
- Nomeie os pontos das extremidades do segmento.
- Pinte o segmento e mude o tipo de linha.
- Trace uma reta perpendicular ao segmento passando por um dos pontos da extremidade e nomeie-a de "r".
- Trace uma reta paralela ao segmento e nomeie-a de "s".
- Marque o ponto de interseção das retas "r" e "s".
- Marque o ponto médio desse segmento utilizando a ferramenta PONTO MÉDIO.
- Desenhe a mediatriz desse segmento (reta perpendicular que passa pelo ponto médio).
- Salve o seu trabalho com o seu nome_at1_enc10.

Conceitos Geométricos	Régua e Compasso (Ferramentas)
Segmento de reta, ponto, reta perpendicular, reta paralela, ponto médio, mediatriz	Segmento, Perpendicular, Ponto Médio, Paralela Nomear retas e pontos

Quadro 28: Assuntos abordados na atividade 1
Fonte: Acervo Pessoal

R.e.C. : ... e Campo_ENI\Encontro 10\Atividades\Enc10_at2.zir

Arquivo Ações Opções Configurações Macros Especial Ajuda



Atividade 2

- Desenhe um triângulo utilizando a ferramenta SEGMENTO.
- Nomeie os vértices desse triângulo.
- Pinte a região interna do triângulo e mude a espessura da linha.
- Mostre as medidas dos lados.
- Determine as medidas dos ângulos internos.
- Arraste os vértices desse triângulo e observe o que acontece.
- Esse triângulo é retângulo? Por quê?
- Esse triângulo é isósceles? Por quê?
- Em caso negativo, transforme-o em triângulo retângulo isósceles.
- Salve o seu trabalho com o seu nome_at2_enc10.

Conceitos Geométricos	Régua e Compasso (Ferramentas)
Triângulo: vértices, ângulos, classificação	Segmento, Polígono, Ângulo Medir segmento e ângulos, nomear pontos

Quadro 29: Assuntos abordados na atividade 2
Fonte: Acervo Pessoal

R.e.C. : ... e Campo_ENI\Encontro 10\Atividades\Enc10_at3.zir

Arquivo Ações Opções Configurações Macros Especial Ajuda

Atividade 3

- Observe a construção abaixo.
- A partir dessa construção, construa um paralelogramo, utilizando as ferramentas RETA PARALELA e SEGMENTO.
- Esconda as retas.
- Pinte o paralelogramo.
- Determine as medidas dos lados e observe as medidas dos lados opostos. O que você pode concluir?
- Determine as medidas dos ângulos internos e observe as medidas dos ângulos opostos. O que você pode concluir?
- Arraste os pontos livres e observe o que acontece. Qual a conclusão que você chegou?
- Salve o seu trabalho com o seu nome_at3_enc10.

Conceitos Geométricos	Régua e Compasso (Ferramentas)
Paralelogramo, segmento de reta, reta paralela, ângulos internos, ângulos opostos	Segmento, Paralela, Polígono, Ângulo, Ocultar Objeto, Mover ponto Medir segmento e ângulos

Quadro 30: Assuntos abordados na atividade 3
Fonte: Acervo Pessoal

C.a.R. : ... e Campo_ENI\Encontro 10\Atividades\Enc10_at4.zir

Arquivo Editar Opções Configurações Macros Especial Ajuda

Atividade 4

Observe a construção do quadrilátero abaixo.

- Quais as ferramentas utilizadas para sua construção?
- Ele possui lados paralelos?
- Quais?
- Que nome recebe esse quadrilátero?
- Determine as medidas dos lados. Há medidas iguais?
- Determine as medidas dos ângulos. Observando as medidas dos ângulos, que nome recebe esse quadrilátero?
- Mova os pontos livres e observe o que acontece. O que você pode concluir?
- Salve o seu trabalho com seu nome_at4_enc10.

Conceitos Geométricos	Régua e Compasso (Ferramentas)
Trapézio, reta paralela, ângulos, reta perpendicular	Segmento, Paralela, Perpendicular, Polígono, Ângulo, Ocultar Objeto, Mover Ponto Medir segmento e ângulos

Quadro 31: Assuntos abordados na atividade 4
Fonte: Acervo Pessoal

<p>Atividade 5</p> <p>a) É possível construir a figura da atividade anterior de modo que, ao arrastar os pontos livres, as propriedades se mantenham. Discuta com o seu grupo como fazer essa construção.</p> <p>b) Salve o seu trabalho com o seu nome_at5_enc10.</p>	
Conceitos Geométricos	Régua e Compasso (Ferramentas)
Trapézio	Segmento, Paralela, Perpendicular, Polígono, Ângulo, Ocultar Objeto, Mover Ponto

Quadro 32: Assuntos abordados na atividade 5
 Fonte: Acervo Pessoal

Objetivamos, nas atividades propostas nessa seção, que as professoras, por meio da interação professor-*software*, desenvolvessem habilidades para reconhecer as características e as relações presentes nas figuras geométricas.

As atividades apresentadas até aqui foram realizadas por professoras participantes de um grupo de estudos. Mas, para melhor avaliar o resultado da pesquisa, é importante esclarecer como esse grupo foi constituído, desde a exposição da proposta da pesquisa até a consolidação do grupo. É o que faremos na seção a seguir.

5.3 ETAPA 3 - GRUPO DE ESTUDOS: CONSTITUIÇÃO E DINÂMICA

As ações para a constituição do grupo tiveram início em 2011, após a aprovação do projeto pelo Setor de Pesquisa, Extensão e Cultura (SEPEC)⁷¹ do CPII. Primeiramente entrei em contato com as direções das cinco Unidades Escolares que abrangem os anos iniciais e realizei reuniões com as professoras, nos horários de recreio dos turnos da manhã e da tarde, nas quais foram apresentados a proposta do projeto e um levantamento das possibilidades de horário (Apêndice D). Embora a maioria das professoras tenha mostrado interesse em participar da

⁷¹ Setor responsável por criar e manter atualizado o banco de dados sobre atividades e projetos de pesquisa, extensão e cultura do CPII, a fim de favorecer o intercâmbio acadêmico e científico no interior do próprio Colégio e, deste com outras instituições, em caráter regional, nacional e internacional.

pesquisa, apenas quatro apresentaram disponibilidade de horário compatível com os horários livres dos laboratórios de Informática. Então, inicialmente, o grupo de estudos foi constituído por cinco docentes, incluindo a pesquisadora. No entanto, antes da realização do primeiro encontro, uma das participantes informou que, por motivos pessoais, teria que desistir. Em seguida, logo no início do primeiro encontro e, depois, no quarto encontro, duas outras professoras manifestaram o desejo de participar do trabalho e o grupo de estudos passou a ter seis professoras.

Supomos que o grupo já estivesse consolidado, entretanto, as professoras que entraram depois alegaram problemas pessoais e saíram. Vale dizer que, ainda que elas tenham participado de apenas uma parte dos encontros, sua presença foi importante, pois apresentaram ao grupo reflexões e questionamentos. A partir dessas desistências, o grupo de estudos se manteve até o final da pesquisa com quatro professoras: a pesquisadora e as professoras Amora, Jade e La Reine. Cabe destacar que a participação se deu de forma voluntária, aspecto importante na formação de grupos de estudos segundo Murphy e Lick (1998).

Os encontros foram semanais, com uma hora e meia de duração, às quartas-feiras, no laboratório de Informática da Unidade A do CPII. As atividades propostas visavam ao desenvolvimento de competências e habilidades pelos professores na utilização de alguns *software* para o ensino de Geometria e a reflexão dos conceitos geométricos envolvidos. Cada professora utilizava um computador. Entretanto, as ações necessárias para a resolução das atividades eram discutidas no grupo, uma professora dando suporte à outra.

Em cada encontro planejado buscamos promover o aprendizado, a ajuda entre os pares e o compartilhamento de ideias, uma vez que a intenção de constituir um grupo de estudos surgiu do nosso desejo de oferecer aos professores dos anos iniciais um processo formativo no qual eles pudessem trabalhar “[...] conjuntamente, não numa relação hierárquica, mas numa base de igualdade de modo a haver ajuda mútua e a atingirem objetivos que a todos beneficiem” (BOAVIDA; PONTE, 2002, p.1).

Por conseguinte, apresentamos, na seção a seguir, as características das professoras protagonistas deste estudo por considerar que elas constituem o grupo investigado e também porque, segundo Etcheverria (2008, p. 48), “[...] para compreender o coletivo se faz necessário que se conheça o individual”.

5.3.1 As professoras⁷² protagonistas

Buscamos nesta seção apresentar o perfil das professoras participantes do grupo de estudos, construído a partir do questionário e das fichas de reflexão aplicados no decorrer dos encontros, a fim de que o leitor possa conhecer um pouco mais as protagonistas que fizeram esta “história” acontecer. Os nomes usados pelas professoras são fictícios (para preservar a identidade de cada uma); no entanto, o da pesquisadora, quando mencionado, é verdadeiro.

Profª Amora

Amora formou-se há 32 anos no Curso de Habilitação do Magistério e possui Bacharelado e Licenciatura em Matemática. É professora dos anos iniciais do Ensino Fundamental desde 1982. Tem experiência na rede federal de ensino desde 1984, quando ingressou no CPIL através de concurso público e, atualmente, só leciona nesse Colégio. No período desta pesquisa, ministrava aulas de apoio e reforço em Matemática e Língua Portuguesa para um grupo de alunos dos 3º e 4º anos. Relata que, quando aluna, no ensino de Geometria dava-se ênfase à memorização, enquanto a relação com o mundo era pouco explorada. Quanto à sua relação com a tecnologia, Amora não havia participado ainda de nenhum curso de Informática e nem de cursos que incentivassem a utilização pedagógica do computador. O uso que ela fazia dessa tecnologia estava relacionado com questões pessoais: uso de *e-mail*, pesquisa na Internet e preparação de aulas e provas em processadores de texto. Não conhecia *software* para ensinar Geometria. Assim, o primeiro contato com esses aplicativos foi a partir de sua participação como integrante desse grupo de estudos. Quando questionada sobre por que participar da pesquisa, fez o seguinte comentário: “Porque queria apropriar-me, pelo menos um pouquinho, e buscar ideias para a utilização do computador em aulas sobre o espaço (Geometria)” (Pergunta nº 1 da ficha “Primeiras reflexões”, 10/08/2011).

⁷² Denominamos os participantes da pesquisa de professoras tendo em vista que todos são do sexo feminino.

Profª Jade

Jade formou-se há 28 anos no Curso de Habilitação do Magistério. Além disso, é Bacharel em Comunicação Social. Em 1984, iniciou sua trajetória como professora dos anos iniciais do Ensino Fundamental, na rede pública municipal do Rio de Janeiro. Tem experiência na rede federal de ensino desde 1997, quando ingressou no CPII através de concurso público, e se dedica somente a esse Colégio. Frequentou e concluiu o curso de Pós-Graduação em Informática Educativa e é professora do laboratório de Informática do Colégio, onde leciona nas turmas do 1º ao 5º ano. Embora tenha experiência pedagógica utilizando os recursos computacionais, não conhecia *software* para ensinar Geometria; o primeiro contato com esses aplicativos foi a partir de sua participação no grupo. Quando propunha atividades abordando as figuras geométricas, utilizava o *Paintbrush*, *software* de criação de desenhos e edição de imagens. O contato que teve com a Geometria durante a sua escolaridade foi somente através do livro didático; não conheceu, à época, material manipulativo ou recursos audiovisuais. Considera fundamental abordar conteúdos de Geometria desde os primeiros anos do Ensino Fundamental. Ao ser questionada sobre os conhecimentos necessários para usar o computador nas aulas de Matemática, a Profª Jade fez o seguinte comentário: “O professor precisa dos conhecimentos matemáticos propriamente ditos e dos conhecimentos dos *software*” (Pergunta nº 1 da ficha “Primeiras Reflexões”, 10/08/2011).

Profª La Reine

La Reine é licenciada em Português e Francês. Completou o Curso de Habilitação do Magistério há 15 anos. Começou sua experiência docente nos anos iniciais do Ensino Fundamental em 1999. É professora da rede federal de ensino desde 2009, quando ingressou, através de concurso público, no CPII, ao qual se dedica exclusivamente. No período desta pesquisa, ministrava aulas para uma turma do 1º ano. O contato que teve com a Geometria durante a sua escolaridade foi através do livro didático, não tendo feito uso de material manipulativo. Quanto à sua relação com a tecnologia, não havia participado de nenhum curso de Informática e nem de cursos voltados para a utilização pedagógica do computador. Seu relacionamento com a tecnologia refere-se a questões pessoais, quais sejam: uso de *e-mail*, redes sociais, pesquisa na Internet e preparação de aulas e provas em processadores de texto. Não conhecia *software* para ensinar Geometria; o primeiro

contato com esses aplicativos foi a partir de sua participação como integrante do grupo de estudos. Considera fundamental explorar os conteúdos de Geometria desde a Educação Infantil. Quando questionada sobre a razão para participar dessa pesquisa, fez o seguinte comentário: “Para conhecer melhor como é realizar esse tipo de pesquisa e, ainda, para aprender algo novo que possa ser aproveitado no meu dia a dia em sala de aula” (Pergunta nº 1 da ficha “Primeiras Reflexões”, 10/08/2011).

Profª Edite – a pesquisadora

Edite fez Bacharelado e Licenciatura em Matemática. Formada há 36 anos no Curso de Habilitação do Magistério, atuou nos anos iniciais desde 1977 até se aposentar em 2009. Concluiu o curso de Pós-Graduação em Informática Educativa. É Mestre em Educação, doutoranda em Educação Matemática e pesquisadora desta investigação, sob a orientação da Profa. Dra. Nielce Meneguelo Lobo da Costa. Sua experiência na rede federal de ensino teve início em 1984, quando ingressou no CPII através de concurso público. Atuou nesse Colégio federal como coordenadora de apoio administrativo, professora dos anos iniciais, professora e coordenadora de laboratório de Informática, Coordenadora Geral do Núcleo de Informática Aplicada à Educação e Coordenação Geral de Informática na Educação. Participou de projetos de formação continuada para docentes nos estados do Rio de Janeiro, Mato Grosso, São Paulo e Ceará. É pesquisadora do Projeto Fundão, no Instituto de Matemática da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Conforme comentado no capítulo 1, sua experiência como professora de turma e como professora do laboratório de Informática fomentou o desejo de aprofundar os estudos sobre a tríade “professor x Geometria x tecnologia digital” e realizar esta pesquisa.

É importante destacar que as quatro professoras integrantes do grupo de estudos já se conheciam e tinham em comum uma larga experiência no CPII. O vínculo já estabelecido entre elas favoreceu o fortalecimento do grupo. O relacionamento das professoras Jade e La Reine advém da atuação de ambas na mesma Unidade Escolar. As professoras Amora e La Reine já trabalharam juntas em outra unidade do Colégio. A pesquisadora manteve contato com a Profª Jade ao longo de três anos, ao exercer a função de Coordenadora Geral de Informática Educativa do CPII. A Profª Amora e a pesquisadora se conheceram em 1984, quando ingressaram no Colégio por meio de concurso público. Assim, a

pesquisadora não era um elemento fora do contexto da pesquisa, e sim alguém que já tinha intimidade com a instituição, conhecendo sua cultura, seu funcionamento, suas dificuldades e seus avanços.

Sintetizando as características do grupo de estudos: os três participantes são do sexo feminino com idade variando de 30 a 50 anos. Todas as professoras cursaram o ensino superior em instituições públicas nos cursos de Bacharelado e Licenciatura em Matemática; Bacharelado em Comunicação; e Licenciatura em Português-Francês.

Em relação à participação das professoras em cursos de Informática, somente duas frequentaram tais cursos. Uma professora cursou Especialização em Informática Educativa e teve oportunidade de discutir e refletir sobre a utilização pedagógica das tecnologias digitais. A outra frequentou um curso técnico, limitado ao ensino dos comandos básicos dos processadores de texto, das planilhas eletrônicas e dos editores gráficos. As informações provenientes desse item do questionário têm o propósito de verificar a demanda de professores que obtém ou não o domínio dos conhecimentos ligados ao conteúdo, à tecnologia e à pedagogia (SHULMAN, 1986, 1987; MISHRA; KOEHLER, 2006) e servir como parâmetro para contextualizar as propostas para o grupo de estudos.

Quanto ao tempo de atuação do grupo na profissão, as professoras lecionam de 13 a 29 anos, porém, no Colégio Pedro II, onde o grupo de estudos foi constituído, o tempo varia de 1 a 27 anos. Todas as professoras não exercem a docência em outro estabelecimento de ensino. Como pode ser observado, o grupo possui uma significativa experiência no campo profissional. Portanto, a prática adquirida ao longo desses anos é de grande importância para que se avalie a influência que possa exercer na autonomia e na tomada de decisões pedagógicas do professor no seu cotidiano escolar (GIESTA, 2001).

Na próxima seção, apresentamos as experiências vivenciadas pelo grupo, no decorrer dos encontros, sinalizando nossa intenção nas atividades propostas com o uso de tecnologias digitais.

5.3.2 Idas e vindas: as fases do grupo

O grupo de estudos passou por quatro fases, nas quais as professoras participantes realizaram atividades de familiarização com as ferramentas dos *software* e de construção e exploração dos conceitos geométricos. Além dessas situações, o grupo planejou e elaborou atividades para serem aplicadas nas turmas, aplicou-as e vivenciou momentos de reflexão sobre as experiências com os alunos em ambientes com tecnologias digitais. Cabe ressaltar que, os momentos de planejamento e de aplicação de atividades entremearam as fases B e C.

O quadro 33 mostra um resumo das atividades realizadas em cada fase.

Fase A	
Encontro 1 – 22/06/2011	Apresentação da pesquisa, aplicação do questionário e preenchimento do termo de consentimento e do Projeto “Releituras das esculturas de Amilcar de Castro num ambiente de Geometria Dinâmica”.
Encontro 2 – 06/07/2011	Familiarização com o <i>software SketchUp</i> .
Encontro 3 – 13/06/2011	Atividades de construção e exploração no <i>SketchUp</i> . Discussão do Plano Curricular de Geometria.
Encontro 4 – 03/08/2011	Atividades de construção e exploração no <i>SketchUp</i> .
Encontro 5 – 10/08/2011	Atividades de construção e exploração no <i>SketchUp</i> e preenchimento da ficha “Primeiras Reflexões”.
Encontro 6 – 17/08/2011	Atividades de construção e exploração no <i>SketchUp</i> e familiarização do <i>software Construfig3D</i> .
Encontro 7 – 24/08/2011	Atividades de construção e exploração no <i>Construfig3D</i> . Familiarização do <i>software Régua e Compasso</i> .
Encontro 8 – 31/08/2011	Atividades no <i>software Régua e Compasso</i> e retomada dos conceitos sobre figuras espaciais.
Encontro 9 – 14/09/2011	Retomada dos conceitos sobre figuras planas. Atividades livres no <i>SketchUp</i> , <i>Construfig3D</i> e <i>Régua e Compasso</i> .
Encontro 10 – 28/09/2011	Atividades de construção e exploração <i>Régua e Compasso</i> .
Fase B	
Encontro 11 – 05/10/2011	Planejamento e elaboração de atividades.
Encontro 12 – 19/10/2011	Planejamento e elaboração de atividades.
Encontro 13 – 26/10/2011	Elaboração do protocolo do aluno.
Acompanhamento de aula 07/11/2011	Aplicação das atividades nas turmas.
Encontro 14 – 09/11/2011	Planejamento e elaboração de atividades; momento de reflexão.
Fase C	
Acompanhamento de aula 16/11/2011	Aplicação das atividades nas turmas.
Encontro 15 – 16/11/2011	Planejamento e elaboração de atividades e do protocolo do aluno; momento de reflexão.
Acompanhamento de aula 21/11/2011	Aplicação das atividades nas turmas.
Acompanhamento de aula 23/11/2011	Aplicação das atividades nas turmas.

Fase D	
Encontro 16 – 23 /11/2011	Momento de reflexão.
Acompanhamento de aula 28/11/2011	Aplicação das atividades nas turmas.
Encontro 17 – 30 /11/2011	Preenchimento da ficha “Reflexões Finais”.
Encontro 18 – 07 /12/2011	Aplicação da entrevista e momento de reflexão.

Quadro 33: Resumo das atividades nas fases

Fonte: Acervo Pessoal

a) Fase A – atividades de familiarização, construção e exploração dos conceitos geométricos com o *SketchUp*, *ConstruFig3D* e *Régua e Compasso*

Inicialmente, a pesquisadora expôs a proposta da pesquisa e, a seguir, cada participante apresentou-se ao grupo. Logo após, cumpriu-se a parte burocrática, que exige o preenchimento do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pelos sujeitos da pesquisa. No questionário aplicado, traçamos o perfil de cada professora e coletamos informações acerca da familiarização e utilização pedagógica dos recursos tecnológicos digitais.

Apresentamos o projeto intitulado “Releituras das Esculturas de Amilcar de Castro num ambiente de Geometria Dinâmica” (Apêndice E), cujo objetivo foi mostrar ao grupo as possibilidades pedagógicas das tecnologias digitais em atividades realizadas por alunos no *software Régua e Compasso*, nas quais eles recontextualizaram as obras de Amilcar de Castro por meio de formas geométricas.

Nessa fase inicial, escolhemos o nome para o nosso grupo a partir de sugestões fornecidas pelas professoras participantes, qual seja, Grupo de Estudos de Geometria e Tecnologia – GEGETEC.

A familiarização das ferramentas dos *software* ocorreu a partir das atividades de construção e exploração dos conceitos geométricos do plano curricular dos anos iniciais do CII. Na condução dos encontros, a pesquisadora teve a preocupação de não configurar o trabalho como um curso para capacitar as professoras no uso dos *software* e nos conteúdos de Geometria, mas que ele representasse um ambiente no qual todas pudessem trabalhar em parceria.

Conforme comentado na seção 5.2.1, elaboramos, inicialmente, fichas (Apêndice F) com orientações para a construção do prisma, da pirâmide, do cone e da esfera. Durante a construção, a pesquisadora explorou os elementos e as

características das figuras. O quadro 34 apresenta os conceitos explorados no *SketchUp*.

Conceitos geométricos explorados
<ul style="list-style-type: none"> – semelhanças e diferenças entre os poliedros e corpos redondos; – elementos e propriedades do cubo, paralelepípedo, prisma e pirâmide: faces, arestas, vértices, figuras planas que formam a base; – medida das arestas dos poliedros; – figuras planas: classificação; elementos: vértices e lados; – cone e cilindro: superfície arredondada; figuras que formam a base; – esfera: superfície arredondada; – conceito de volume e de rotação; – vista do alto.

Quadro 34: Conceitos explorados no *SketchUp*
Fonte: Acervo Pessoal

Além das dessas fichas, as professoras realizaram cinco atividades (Apêndice K), nas quais as figuras geométricas estavam construídas na tela do computador. A partir dos questionamentos propostos nos itens, as professoras retomaram os conceitos sobre as figuras planas e espaciais e conheceram as ferramentas do aplicativo.

Em vários momentos, nessa fase, as professoras leram e discutiram as competências e habilidades do plano curricular de Geometria (Apêndice I). A partir daí, vislumbravam atividades no *SketchUp* para aplicação em suas turmas.

Para o trabalho com o *software Construfig3D*, as atividades foram apresentadas oralmente, assim como a exploração dos conceitos geométricos. As figuras espaciais foram construídas a partir das superfícies que a compõem, apresentadas no aplicativo. A possibilidade de planificar os sólidos constituiu um aspecto positivo para as professoras no trabalho de sala de aula. Entretanto, elas desencadearam reflexões⁷³ acerca do grau de abstração desse aplicativo para uso com os alunos dos anos iniciais.

A partir da exploração das propriedades das figuras geométricas, as professoras sentiram necessidade de rever alguns conceitos, justificando que não trabalhavam com esses conteúdos há muito tempo. Providenciamos, então, as fichas do Apêndice H e pontuamos conceitos sobre as figuras geométricas, necessários para atender aos objetivos do plano curricular dos anos iniciais (Apêndice I).

⁷³ No capítulo VI apresentamos o episódio que retrata tais reflexões.

Na ficha sobre as figuras espaciais, explicitamos o significado dos termos: sólido geométrico, poliedro, poliedro regular, aresta e vértice; apresentamos a classificação dos poliedros; por último, mostramos os principais elementos e as propriedades do prisma, da pirâmide, do cilindro, do cone e da esfera.

Sobre as figuras planas, mostramos o significado do termo polígono; a classificação dos polígonos quanto ao número de lados; os principais elementos e a classificação dos triângulos e quadriláteros.

Quanto à familiarização do *software Régua e Compasso*, as atividades foram planejadas para os professores realizarem construções na tela do computador por meio de orientações de duas fichas (Apêndice G). Na primeira ficha, a atividade inicial consistiu na apresentação da interface do *software*. Nas atividades seguintes, as professoras trabalharam com retas paralelas, perpendiculares, segmento de reta, medição de segmentos de reta, círculo e construção de triângulo e de quadrado. A construção do quadrado foi orientada para ser realizada a partir de suas propriedades, mas com a construção do triângulo, não houve, propositadamente, essa preocupação. Ao utilizar a ferramenta *Mover ponto* para arrastar os pontos livres do triângulo e do quadrado, as professoras foram instigadas a levantar conjecturas e perceber que as características iniciais do triângulo não foram preservadas, mas que as do quadrado foram mantidas. A segunda ficha, com três atividades, explorou a construção do paralelogramo e do triângulo equilátero. A partir dessas construções, as professoras mobilizaram conhecimentos sobre ponto, segmento de reta, retas paralelas, retas perpendiculares, círculos, raio, diâmetro, ângulos, ponto e interseção. Assim como na ficha anterior, elas perceberam que as propriedades do paralelogramo e do triângulo equilátero foram preservadas ao moverem os pontos livres. Na última atividade dessa ficha, os dois triângulos estavam construídos na tela. As professoras observaram as regularidades de cada triângulo ao utilizarem as ferramentas *Mover ponto* e *Animar ponto* para responderem os itens propostos.

Observamos, após a exploração do *software Régua e Compasso*, que as professoras estavam mais à vontade para argumentar e conjecturar nas discussões envolvendo as figuras geométricas e tecnologias digitais. Elas apresentaram reflexões sobre o aplicativo mais adequado para os alunos dos anos iniciais.⁷⁴

⁷⁴ No capítulo VI apresentamos o episódio que apresenta essas discussões.

Nessa fase, decidimos distribuir a ficha “Primeiras Reflexões” antes de iniciar as atividades no *software Construfig3D*. Estávamos interessadas em investigar as impressões das professoras sobre o uso de tecnologias digitais no ensino de Geometria, saber suas dificuldades, inseguranças, crenças e concepções. Essas reflexões iniciais foram pertinentes para o nosso trabalho na medida em que forneceram subsídios para a organização dos encontros seguintes.

Embora tivéssemos realizado atividades nos três aplicativos, as professoras solicitaram mais atividades no *software Régua e Compasso*, justificando que o tempo foi curto para conhecer um *software* que exige mais conhecimentos de Geometria. Assim, nessa fase, planejamos e elaboramos mais cinco atividades no *software Régua e Compasso* (Apêndice L), de modo a possibilitar a reflexão acerca das propriedades dos triângulos e dos quadriláteros e a retomada das ferramentas trabalhadas anteriormente.

Exploramos conhecimentos sobre ponto, segmento de reta, retas perpendiculares, retas paralelas, ponto de interseção, ponto médio, mediatriz de um segmento, construção do triângulo, construção do paralelogramo e construção do trapézio. Sugerimos, nas duas últimas atividades, a utilização da ferramenta *Mover ponto* para mostrar que, em algumas figuras construídas, as relações são preservadas quando os pontos livres são arrastados. Na atividade, as professoras constataram que o trapézio não fora construído a partir de suas propriedades e, na sequência, para a construção da sua figura, elas encontraram dificuldades; nessa parte, foi necessária a intervenção da pesquisadora.

Finalizando o trabalho, trocamos ideias sobre a fase seguinte, que consiste no planejamento das atividades a serem aplicadas nas turmas, e decidimos elaborar um protocolo com itens referentes às atividades para avaliar os conhecimentos dos alunos sobre figuras planas e espaciais.

b) Fase B – planejamento e elaboração de atividades para aplicação nas turmas

Essa fase foi dedicada ao planejamento e à elaboração das atividades pelo grupo para aplicação nas turmas das professoras Amora, Jade e La Reine. O *software* escolhido, por unanimidade, foi o *SketchUp*, por concluírem que é mais

adequado e mais atrativo para os alunos dos anos iniciais.⁷⁵ Concomitantemente ao planejamento das atividades, o grupo elaborou os protocolos para os alunos.

Primeiramente, as atividades foram planejadas sem o computador. Em seguida, o grupo montou as atividades no *software* escolhido. A pesquisadora levou, a pedido das professoras, dois livros para pesquisa; além desses livros, elas consultaram as fichas sobre as figuras planas e espaciais (Apêndice H). A foto 1 mostra o planejamento das atividades pelo grupo.



Foto 1: Planejamento das atividades
Fonte: Acervo Pessoal

A prof^a Amora decidiu por duas atividades, que estão registradas no Anexo H. O protocolo dos alunos, também planejado nessa fase, encontra-se no Anexo I. A primeira das atividades envolve conhecimentos sobre semelhanças e diferenças entre poliedros e corpos redondos e as características do prisma e da pirâmide. A segunda atividade explora as características das pirâmides e encaminha os alunos a concluir que o número de lados da base de uma pirâmide corresponde ao total de vértices menos 1. O objetivo dessas atividades é levar os alunos a utilizarem a ferramenta *Orbitar* para identificar as características dessas figuras. A foto 2 apresenta o planejamento no computador das atividades para a prof^a Amora.

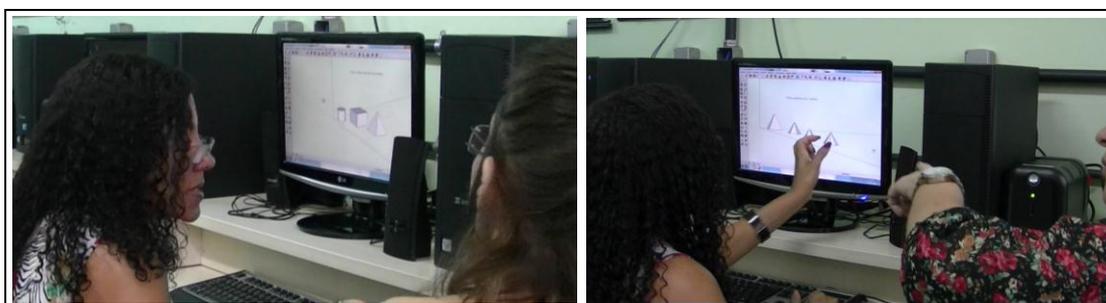


Foto 2: Elaboração das atividades da prof^a Amora no computador
Fonte: Acervo Pessoal

⁷⁵ No capítulo VI apresentamos o episódio que trata da justificativa da escolha do *software SketchUp*.

Para aplicação das atividades na turma da profª La Reine, o grupo planejou duas atividades (Anexo J). Ela sugeriu que as atividades tivessem como apoio as peças dos Blocos Lógicos. Decidiu que aplicaria as atividades em dois dias, para ter um tempo maior, visto que era uma experiência nova para ela. Decidiu também que não faria o protocolo por escrito, porque seus alunos eram muito novinhos e não gostaria que a dificuldade na leitura interferisse nos questionamentos das atividades. Preferiu fazer oralmente a exploração das figuras geométricas. No entanto, o protocolo foi elaborado pelo grupo (Anexo K).

O grupo optou por desenhar duas peças dos Blocos Lógicos: uma, com a forma do prisma de base triangular; a outra, com o prisma de base retangular (paralelepípedo). As figuras foram posicionadas na visão frontal para que os alunos, inicialmente, identificassem um triângulo e um retângulo e, em seguida, após a utilização da ferramenta *Orbitar*, percebessem que as figuras representavam outras formas geométricas. Na foto 3, está registrado o planejamento no computador das atividades para a profª La Reine.



Foto 3: Elaboração das atividades da profª La Reine no computador
Fonte: Acervo Pessoal

O planejamento para a profª Jade culminou em três atividades (Anexo J). Ela também decidiu aplicá-las em dois dias, pois entendeu que um só não seria suficiente para realizá-las com calma, além do que os alunos precisariam de um tempo para manipular livremente o *software*. A foto 4 expõe o planejamento no computador das atividades para a profª Jade.

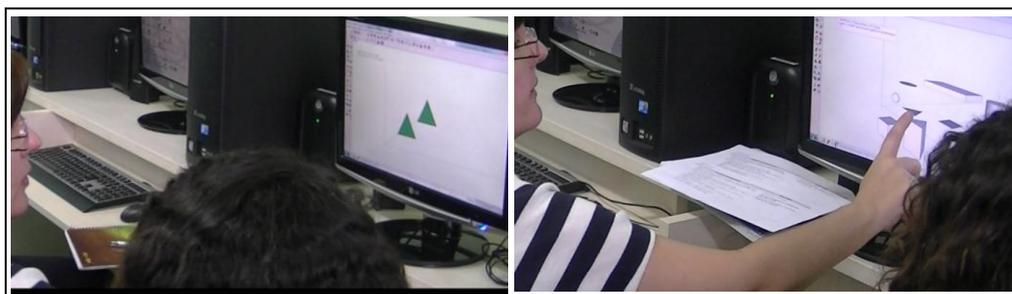


Foto 4: Elaboração das atividades da profª Jade no computador
Fonte: Acervo Pessoal

Na primeira atividade, as figuras foram posicionadas na visão frontal para que os alunos, inicialmente, identificassem dois triângulos na tela e, em seguida, após a utilização da ferramenta *Orbitor*, percebessem que uma delas representava um prisma de base triangular. A atividade 2 explora semelhanças e diferenças entre figuras planas e espaciais e instiga os alunos, em um dos itens, a levantar conjecturas para saber se uma das figuras representa um cubo. A atividade 3 aborda semelhanças e diferenças entre pirâmide e cone, assim como versa sobre as características de uma figura espacial de base pentagonal. No Anexo K, encontra-se o protocolo planejado para os alunos.

c) Fase C – aplicação das atividades planejadas e elaboradas no grupo

Apresentamos sucintamente, nesta seção, a dinamização das aulas para aplicação das atividades planejadas pelo grupo.

Ao iniciar as atividades, a prof^a Amora apresentou a pesquisadora aos alunos e explicou a sua participação na pesquisa. Em seguida mostrou, no projetor multimídia, as ferramentas básicas do *SketchUp* e reservou um tempo para os alunos manipularem livremente o *software*. A seguir, iniciou as atividades, trabalhando ao mesmo tempo com a representação das figuras espaciais na tela do computador e com materiais manipulativos. Ela levou sólidos de madeira ao laboratório de Informática e os explorou com os alunos. A foto 5 mostra os momentos em que a professora explora as características da pirâmide com sólido de madeira e no computador.

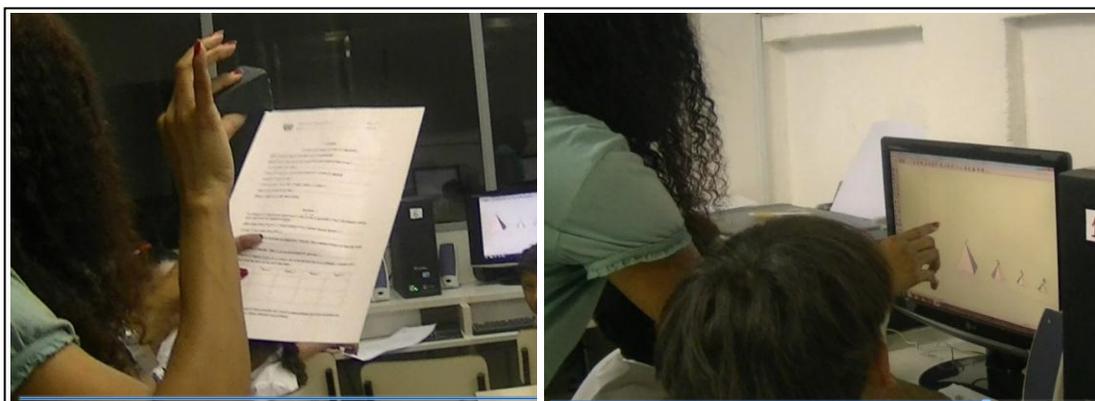


Foto 5: Momentos de aplicação das atividades da prof^a Amora
Fonte: Acervo Pessoal

Durante a realização das atividades, a prof^a Amora orientou o preenchimento do protocolo e passou pelos computadores para tirar as dúvidas dos alunos - quando via necessidade ou quando era solicitada. Depois de um tempo, fez a correção das atividades, sempre relacionando os elementos da peça de madeira aos da figura construída no computador.

Como já mencionado, a prof^a La Reine aplicou as atividades em dois dias. No primeiro dia, ela apresentou a pesquisadora aos alunos e explicou a sua participação na pesquisa. Em seguida, mostrou, no projetor multimídia, as ferramentas básicas do *SketchUp* e determinou um tempo para os alunos manipularem o *software* livremente. Logo após, ela mostrou algumas peças de Blocos Lógicos e fez a construção no computador para os alunos verem o sólido representado no ambiente virtual. A seguir, solicitou que eles escolhessem uma peça e a construíssem com o uso do *software*. Por fim, sugeriu a realização da primeira atividade. Os itens dessa atividade eram lidos pela professora e os alunos escolhidos davam suas respostas. Ela passava pelos computadores enquanto os alunos trabalhavam e fazia as intervenções necessárias. No segundo dia, a prof^a La Reine lembrou as ferramentas do *software SketchUp* utilizando o projetor multimídia. Depois, solicitou que eles fizessem a segunda atividade com a ajuda das peças dos Blocos Lógicos. A professora lia os itens da atividade e escolhia alguns alunos para responder. Como ainda havia tempo, ela criou duas atividades. Numa delas, cada aluno escolhido separou uma peça dos Blocos Lógicos e a exibiu para a turma construí-la no computador. Por fim, a professora escolheu um par de peças e discutiu os atributos de cada uma (forma, tamanho, cor e espessura) com os alunos, para que, a seguir, eles construíssem o mesmo par no computador. A foto 6 mostra alguns momentos da professora com a turma.

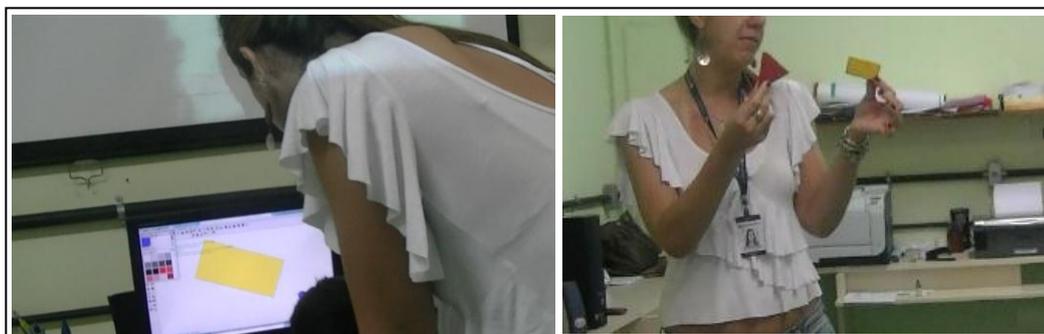


Foto 6: Momentos de aplicação das atividades da prof^a La Reine
Fonte: Arquivo Pessoal

A aplicação das atividades da prof^a Jade também aconteceu em dois dias. No primeiro dia, ela apresentou a pesquisadora à turma. Em seguida, com a metade da turma, visto que a outra metade estava em aula no laboratório de Ciências, mostrou no projetor multimídia as ferramentas básicas do *SketchUp*. Depois, durante um tempo determinado por ela, os alunos manipularam o *software* livremente. Fimido esse tempo, os alunos fizeram a primeira atividade. A Prof^a Jade visitava os computadores para dar atenção aos alunos que a solicitavam. Passados quarenta e cinco minutos, houve a troca de grupo com a professora de Ciências e a dinâmica foi a mesma do grupo anterior. O segundo dia foi reservado para a aplicação das outras duas atividades. A professora ficou um tempo de aula com uma metade da turma e, no tempo seguinte, com a outra metade. No último dia, fez a correção coletiva das atividades. A foto 7 mostra a professora orientando uma aluna na realização das atividades.

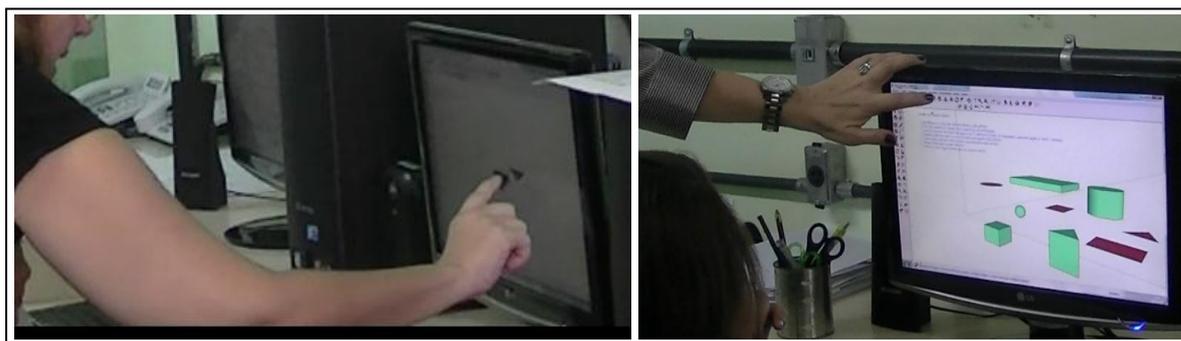


Foto 7: Momentos de aplicação das atividades da prof^a Jade
Fonte: Arquivo Pessoal

d) Fase D – momentos de reflexão sobre as experiências em ambientes com tecnologias digitais

A reflexão ocorreu ao longo de todos os encontros do grupo. Contudo, nessa fase, ela foi centrada nos instrumentos de coleta de dados, a saber: ficha “Reflexões Finais” e a entrevista. A aplicação de tais instrumentos proporcionou reflexões significativas em relação às aplicações de sala de aula e à análise do percurso do grupo. Nesses momentos, as professoras refletiram sobre sua prática com o uso de tecnologias digitais no ensino de Geometria e externaram os sentimentos despertados durante a dinamização da aula e a participação no grupo.

No próximo capítulo, retratamos a análise dos dados levantados no presente estudo.

ANÁLISE: A COMPREENSÃO DA REALIDADE NO CONTEXTO DA PESQUISA

Acredita-se que conhecimento e habilidade adquiridos por reinvenção são mais bem entendidos e mais facilmente preservados que os adquiridos de um modo menos ativo.

FREUDENTHAL(1973)

Apresentamos neste capítulo uma análise interpretativa do processo vivido pelo GEGETEC ao longo desta pesquisa. Aspectos ligados à contribuição proveniente da participação no grupo de estudos, à apropriação de tecnologias digitais e ao conhecimento profissional docente foram considerados em cada informação capturada, uma vez que a pesquisa objetiva **analisar, em um grupo de estudos constituído na escola, o processo de apropriação de tecnologia digital no ensino de Geometria e o conhecimento profissional docente.**

6.1 ESTRUTURA DA ANÁLISE

A análise foi estruturada a partir do diálogo entre os estudos teóricos que balizaram a pesquisa, os objetivos de investigação e o caminho metodológico escolhido, utilizando para isso a triangulação de dados. Inicialmente fizemos uma (re)leitura dos registros escritos e visuais com foco no processo de apropriação de tecnologia digital e no conhecimento profissional docente. Dessa imersão definimos as categorias a partir de movimentos de ida e volta entre teorias e dados, contemplando o terceiro tipo estabelecido por Fiorentini e Lorenzato (2006), ou seja, as categorias mistas, já discutidas no capítulo 4. Tais movimentos nos reportaram à nossa questão de pesquisa e nos possibilitaram identificar recortes convergentes às categorias de análise. Conforme relatam esses autores, o “[...] processo de construção de boas categorias de análise depende, em grande parte, do conhecimento do pesquisador e de sua capacidade de perceber a existência de relações e regularidades” (FIORENTINI; LORENZATO, 2006, p. 135).

Assim, selecionamos os dados que respondem aos nossos questionamentos e, em seguida, definimos as categorias de análise:

⇒ Conhecimento de Geometria – evidências de conhecimentos sobre figuras espaciais e planas, construídos e mobilizados no decorrer da pesquisa;

⇒ Conhecimento de Tecnologia – indicativos de ações nas quais os professores mobilizam e constroem conhecimentos nas interações com o objeto tecnológico digital;

⇒ Conhecimento Pedagógico – traços de conhecimentos de teorias e princípios relacionados aos processos de ensinar e de aprender Geometria;

⇒ Grupo de Estudos – apresentação de traços das interferências do grupo nos processos de reflexão e de aprendizagem, com vistas à construção de conhecimentos profissionais.

A análise dos dados foi estruturada seguindo cada fase do caminho percorrido pelo grupo de estudos. A escolha por essa organização de análise se justifica tendo em vista os resultados de pesquisas como, por exemplo, a de Prado e Lobo da Costa (2012). Essas autoras atestam que na pesquisa que empreenderam com um grupo de estudos foi evidenciado um movimento caracterizado por momentos que possibilitaram aos professores, num processo gradativo, a reflexão sobre a própria aprendizagem sinalizando o fortalecimento do grupo. Assim sendo, nesta pesquisa, a análise das fases do grupo de estudos nos auxilia a capturar evidências do processo de pertencimento, de reflexão compartilhada e de características específicas do caminho desse grupo.

A fase A (ver seção 5.3.2) foi dedicada às atividades de familiarização dos *software* e de exploração dos conceitos sobre figuras espaciais e planas. Nessa fase, os dados foram coletados pelos seguintes instrumentos: questionário, registros escritos das professoras na ficha “Primeiras Reflexões” e gravações dos episódios revelados nos dez primeiros encontros do grupo. A fase B caracterizou-se pelo planejamento e elaboração das atividades a serem aplicadas pelas professoras em sua turma e do protocolo de observação dos alunos. As informações prestadas nessa fase foram selecionadas a partir dos seguintes instrumentos: materiais produzidos pelas professoras e gravação dos episódios dos encontros de 11 a 15. Conforme relatado no capítulo anterior, as fases B e C não são estanques, mas se desenvolvem concomitantemente, ocorrendo ações de planejamento e de aplicação de atividades em ambas as fases. Na fase C, configurada pela aplicação das

atividades pelas professoras em suas turmas, os dados foram selecionados nas gravações das aulas das professoras no laboratório de Informática realizadas em cinco dias. Por fim, a fase D foi marcada por momentos de reflexão a partir das informações da ficha “Reflexões Finais” e da entrevista.

6.2 ANÁLISE DA FASE A

De acordo com o exposto no capítulo anterior, planejamos entrevistas com as coordenadoras de Matemática e dos laboratórios de Informática das Unidades Escolares dos anos iniciais na intenção de conhecer, na prática, como o ensino de Geometria era abordado. A partir desses depoimentos e da análise realizada na etapa da pesquisa documental, planejamos as ações para o grupo de estudos nas diversas fases. Logo no primeiro encontro, aplicamos um questionário (Apêndice A) para conhecer os sujeitos protagonistas da pesquisa e traçar o perfil de cada um.

É importante lembrar que utilizamos a primeira pessoa do singular quando descrevemos as ações da prof^a Edite no papel de pesquisadora e a primeira pessoa do plural quando nos referimos às decisões tomadas sobre a pesquisa em conjunto - pesquisadora e orientadora.

6.2.1 Questionário

O questionário investigou quais os blocos de conteúdos de Matemática que as professoras se sentiam mais preparadas para explorar na sala de aula. Os depoimentos apresentados revelaram que somente uma professora optou pelo bloco “Espaço e Forma”. Entretanto, todas foram unânimes em afirmar que os conteúdos de Geometria devem ser abordados desde a Educação Infantil.

Ao indagarmos sobre a utilização de computador nas aulas de Matemática, observamos justificativas variadas:

Profª La Reine: Não. Por falta de tempo disponível no laboratório.

Profª Amora: Sozinha não. Porque não possuo conhecimento suficiente para tal e como existem pessoas na escola com essa responsabilidade, nunca priorizei isso.

Profª Jade: Sim, de acordo com o planejamento integrado com o Núcleo Comum.
Ex: figuras geométricas através do *Paint*.

(E1QUE, 22/06/2011)

O depoimento de La Reine atesta uma dificuldade recorrente nas escolas: a grade de horários do laboratório de Informática não disponibiliza tempos de aula para o professor desenvolver e acompanhar, com seus alunos, práticas com o uso de tecnologia digital em um ambiente informatizado. Quanto ao depoimento da profª Amora, a questão é outra. Embora na Unidade Escolar em que trabalha haja horário disponível para o professor ministrar aulas no laboratório de Informática, ela não se sente capacitada para tal; além disso, há uma cultura no CPIL de que a responsabilidade pela dinamização das atividades nesse ambiente escolar é do professor do laboratório, inibindo, de certa forma, que o professor de turma se sinta à vontade para usar esse espaço com autonomia. A profª Jade, por sua vez, atua como coordenadora e professora do laboratório de Informática e apresenta desenvoltura em lidar com a tecnologia digital. Contudo, declarou que o trabalho com a Geometria é realizado por meio de um aplicativo limitado na exploração das propriedades das figuras espaciais e planas. Esse depoimento foi reforçado pelas coordenadoras dos laboratórios de Informática quando entrevistadas pela pesquisadora sobre a forma como os conteúdos de Geometria são abordados com o uso das tecnologias digitais:

Profª Jade: Não há um trabalho efetivo de Geometria na escola com uso de *software* específico. Quando o 1º ano trabalhou com figuras planas, utilizamos o *Paint*, mas sem explorar elementos e propriedades. Não há um trabalho nesse sentido.

(E18ENT, Profª Jade, 11/11/2011)

Ainda nesse questionário buscamos o desvelar das concepções dos sujeitos com relação aos conhecimentos necessários para a incorporação das tecnologias na prática docente:

Profª La Reine: Aprender a utilizar *datashow* e alguns programas interessantes para o uso da Matemática.

Profª Amora: Acredito que mais conhecimentos relacionados ao uso da Informática.

Profª Jade: Dos conceitos matemáticos propriamente ditos e do conhecimento dos *software*.

(E1QUE, 22/06/2011)

Constatamos, nesses depoimentos, informações que evidenciam a importância de os professores dominarem os conhecimentos relacionados à tecnologia digital e aos conteúdos da disciplina, no caso, a Geometria, para incorporação das tecnologias na prática docente. Acreditamos que a ênfase dada pela prof^a Amora aos saberes da tecnologia digital decorre do fato de ela ter adquirido um domínio dos conhecimentos de Geometria, uma vez que cursou Bacharelado e Licenciatura em Matemática. Tal necessidade não é a única evidenciada pela prof^a Jade. Embora tenha experiência como professora do laboratório de Informática e tenha frequentado o Curso de Especialização em Informática Educativa, ela sinaliza que tanto os conhecimentos de Matemática quanto os dos *software* são necessários para os professores integrarem a tecnologia digital em suas práticas pedagógicas.

Na próxima seção, mostraremos a análise das atividades realizadas pelas professoras nos encontros do grupo de estudos com a seguinte organização:

- ⇒ registro textual dos episódios, com a devida procedência;
- ⇒ identificação das categorias que surgiram nos episódios;
- ⇒ análise do registro pela pesquisadora;
- ⇒ atividade relacionada ao episódio.

6.2.2 Atividades nos *software*

Iniciamos pela análise da fase A, em que o grupo vivenciou atividades que abordavam a apresentação e a utilização dos recursos presentes nos aplicativos. Em algumas atividades, os objetos geométricos tinham sido construídos previamente; em outras, as professoras fizeram a construção, visto que o nosso objetivo na utilização de tecnologia digital no ensino de Geometria não era apenas ensinar às professoras a construção de figuras geométricas, mas também mostrar como elas poderiam conceber um ensino provido de significados na formulação de conceitos geométricos por meio de *software*.

As professoras iniciaram uma exploração orientada por fichas (Apêndice F) do *software SketchUp*. Embora as fichas tivessem o objetivo de apresentar as ferramentas do *software*, algumas discussões foram surgindo no decorrer das

atividades. O episódio a seguir, ocorrido no segundo encontro⁷⁶ do grupo, mostra, na fala da prof^a A, que para a realização da construção do prisma e da pirâmide ela precisou mobilizar conhecimentos: de Geometria, de Tecnologia e Pedagógico. Tal episódio foi registrado no diário da pesquisadora.

Prof^a A: Edite, eu somei o vértice e as faces nessas figuras e percebi que essa soma é igual à aresta mais dois. Posso usar esse programa para medir!

E2GAV – 06/07/2011

Conhecimento de Geometria
Conhecimento de Tecnologia
Conhecimento Pedagógico

Notamos que essa professora⁷⁷ estabeleceu uma relação entre os elementos dos poliedros que construiu no *SketchUp* e descobriu que a soma da quantidade de vértices e da quantidade de faces é igual à quantidade de arestas mais dois. Na ocasião, expliquei ao grupo que essa relação foi descoberta por Euler, ou seja, $V + F = A + 2$, válida para qualquer poliedro. Vale destacar que através do uso do *software* a professora mobilizou os conhecimentos de Geometria para estabelecer essa relação, abrindo a possibilidade de ampliação do conhecimento profissional do grupo.

Para melhor compreensão do registro referente a esse episódio, apresentamos, na figura 19, as construções realizadas pela prof^a A:

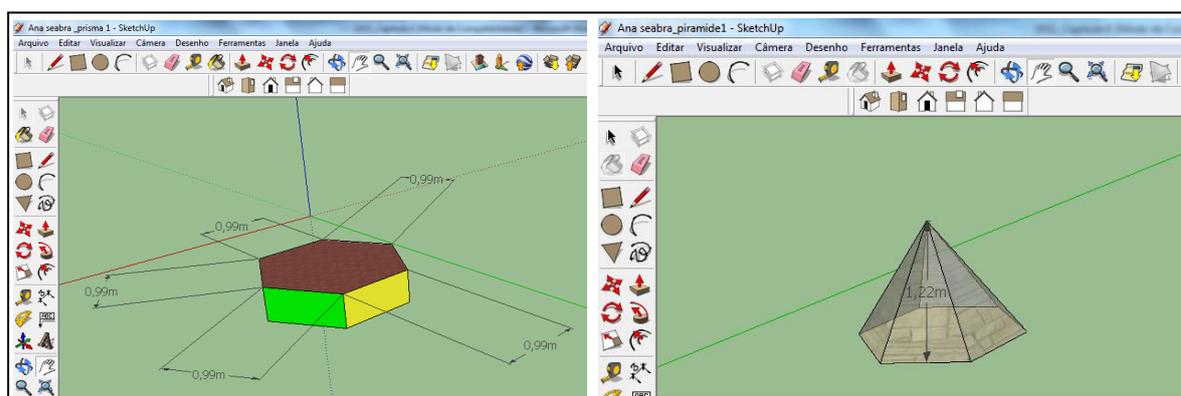


Figura 19: Figuras espaciais construídas pela prof^a A
Fonte: Acervo pessoal

⁷⁶ Partes dos encontros 2 e 3 foram gravados com o celular da pesquisadora. A partir do sexto encontro, a gravação foi realizada com uma filmadora.

⁷⁷ Por motivos pessoais, a prof^a A não participou da pesquisa até o final.

Observamos que, na construção do prisma e da pirâmide, a prof^a A utilizou as ferramentas *Polígono*, *Empurrar/Puxar* e *Dimensões*. Ao determinar os elementos e as características dessas figuras espaciais, mobilizou o **conhecimento do conteúdo específico**; no caso, o conhecimento de Geometria. As ferramentas são fundamentais para o desenho dessas figuras; portanto, a professora vivenciou uma situação que contribuiu para que ela construísse o **conhecimento tecnológico do conteúdo**, uma vez que precisou estabelecer relações entre as ferramentas e o conteúdo específico de Matemática. Embora a ferramenta *Dimensões* não seja necessária para desenhar o prisma e a pirâmide, a prof^a A, por iniciativa própria, buscou e percebeu alternativas para fazer medições nesse aplicativo. Assim, o conhecimento dessa tecnologia pode favorecer a mobilização do **conhecimento tecnológico do conteúdo** em situações futuras. Nesse episódio, observamos também que, ao refletir sobre as possibilidades do *software* como estratégia pedagógica para desenvolver os conteúdos de Geometria - no caso, um programa que o professor pode utilizar para trabalhar medidas com os alunos -, a prof^a A mobilizou o **conhecimento pedagógico tecnológico**.

Ainda realizando as atividades orientadas dessas fichas, as professoras foram acompanhando o que era mostrado no projetor multimídia. Apresentei a ferramenta *Polígono* para construir a base hexagonal do prisma e expliquei que o cursor se transforma no polígono desejado ao digitarmos o seu número de lados. A dúvida da prof^a Jade em relação a essa ferramenta gerou uma discussão no grupo:

Prof^a Jade: Eu uso a ferramenta *Polígono* e digito o 6 para construir a base do prisma?

Prof^a Amora: Sim, porque a base hexagonal tem 6 lados e essa ferramenta desenha o polígono quando a gente digita o 6.

Prof^a Jade: Então, se a base fosse quadrada, eu digitaria 4?

Prof^a Amora: Sim.

Prof^a La Reine: Ah! É melhor usar a ferramenta *Polígono* para construir o quadrado do que a ferramenta *Retângulo*.

Prof^a Jade e prof^a Amora: Por quê?

Prof^a La Reine: Porque com a *Retângulo*, sai um retângulo e não um quadrado, e aí eu tenho que digitar duas vezes a medida do lado para ficar um quadrado, e com a *Polígono* eu só digito o 4 e já sai o quadrado pronto.

E3GAV – 13/07/2011

Conhecimento de Geometria
Conhecimento de Tecnologia
Grupo de Estudos

Nessa discussão, quando a profª Amora disse que o hexágono possui seis lados e relacionou a ação de digitar o número seis à quantidade de lados da base do prisma, demonstrou **conhecimento do conteúdo específico**. E demonstrou **conhecimento tecnológico do conteúdo** quando afirmou que a ferramenta *Polígono* desenha o hexágono. Consequentemente, a profª Jade inferiu que o mesmo poderia ser feito se a base fosse quadrada, mobilizando também esses conhecimentos.

A profª La Reine foi mais além. Ela conjecturou sobre a possibilidade de desenhar o quadrado sem precisar digitar a medida do lado com a ferramenta *Polígono*. Para melhor entendimento, apresentamos, nas figuras 20 e 21, as construções do quadrado com as duas ferramentas: *Retângulo* e *Polígono*. Ao utilizar a ferramenta *Retângulo*, a profª Amora desenhou inicialmente um retângulo e, com o recurso da ferramenta *Dimensões*, confirmou que o desenho não representava um quadrado. A seguir, escolheu 2 m como medida do lado e digitou 2;2, como mostra a *Caixa de Valores* na parte inferior da tela. Em seguida, pressionou a tecla *Enter* e o desenho redimensionou-se para a forma de um quadrado com lado de medida 2 m.

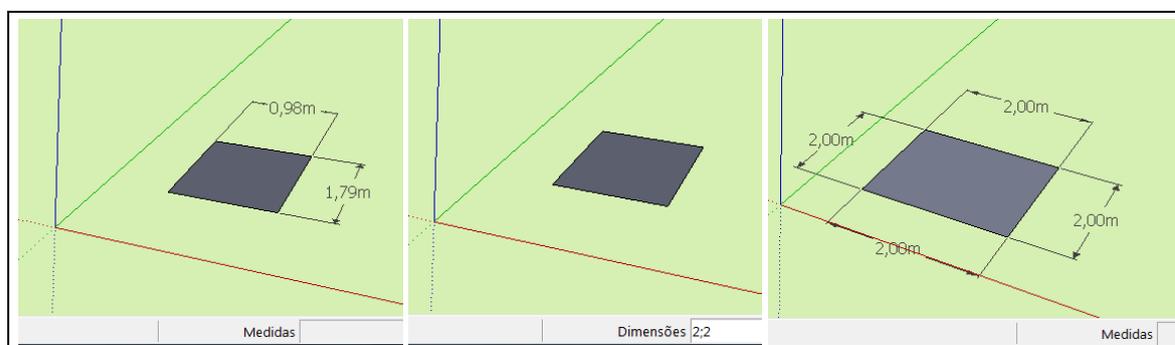


Figura 20: Construção do quadrado com a ferramenta *Retângulo* realizada pela profª Amora.
Fonte: Acervo pessoal

Para a construção do quadrado com a ferramenta *Polígono*, a profª La Reine digitou inicialmente 4 e pressionou a tecla *Enter* - para o cursor transformar-se em um quadrilátero. A seguir, desenhou o quadrilátero e, com a ferramenta *Dimensões*, determinou as medidas dos lados, confirmando que o desenho representava um quadrado.

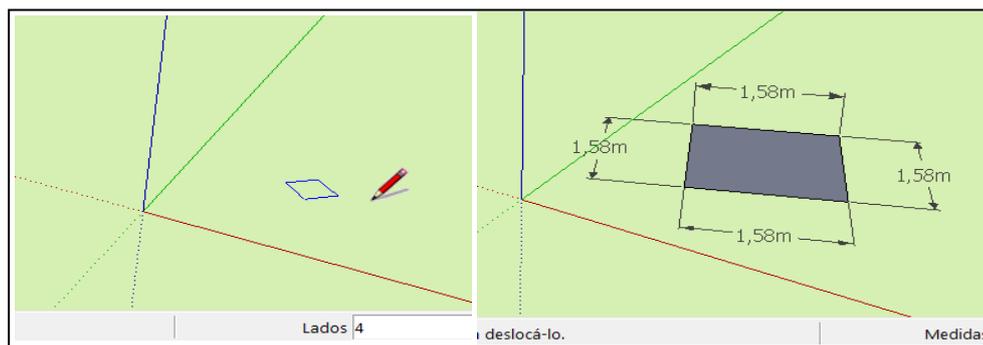


Figura 21: Construção do quadrado com a ferramenta *Polígono* realizada pela Prof.^a La Reine.
Fonte: Acervo Pessoal

Ressalto que, na oportunidade, a partir da percepção desses diálogos, apresentei duas questões ao grupo relacionadas a essas ferramentas. A minha intenção foi levar as professoras à reflexão, a partir da discussão desencadeada anteriormente, para mobilizar alguns conhecimentos.

Prof^a Edite: É possível desenhar um retângulo com a ferramenta *Polígono*? Por quê?

E3GAV – 13/07/2011

Elas não responderam de imediato; entretanto, levantaram algumas conjecturas:

Prof^a Jade: É possível sim, pois o retângulo é um polígono.

Prof^a Amora: Mas ué ... não vimos que quando digitamos o 4 a figura fica quadrada?

Prof^a Jade: É... fica quadrada, mas fica quando desenha?

Prof^a Amora: Sim, ela fica quadrada. Por que a ferramenta desenha lados iguais. Você não viu? O hexágono ficou com lados iguais.

Prof^a Edite: Mas o quadrado também é um retângulo não é?

Professoras: É.

Prof^a Amora: É porque tem os ângulos retos. E também lados iguais.

Prof^a Jade: É, mas eu pensei no retângulo... com lados diferentes.

Prof^a La Reine: Então, quando queremos desenhar o retângulo com lados diferentes, só podemos usar a ferramenta *Retângulo*.

E3GAV – 13/07/2011

Conhecimento de Geometria
Conhecimento de Tecnologia
Grupo de Estudos

Observamos, ao analisar o episódio, que a prof^a Amora reportou-se à discussão anterior e fez um questionamento para mostrar que não concordava com

a afirmativa da profª Jade. Eu, como pesquisadora, aproveitei para retomar uma das propriedades do quadrado (também ser retângulo) e investigar esse conhecimento nas professoras. Percebi que, ao confirmarem que o quadrado também é retângulo, elas tinham o **conhecimento específico do conteúdo**. A profª Amora avançou quando justificou que o quadrado também é classificado como retângulo. Nessa discussão, percebemos que as professoras Amora e La Reine concluíram que não é possível desenhar um retângulo com a ferramenta *Polígono*, demonstrando, assim, que construíram o **conhecimento tecnológico do conteúdo**.

Quanto à outra questão, observei que a discussão proveniente do questionamento anterior ofereceu subsídios para as professoras refletirem e mobilizarem os conhecimentos adequados.

|| **Profª Edite:** É possível desenhar um quadrado com medida de lado determinada previamente com a ferramenta *Polígono*?

E3GAV – 13/07/2011

De imediato, elas responderam que não é possível construir um quadrado com uma medida determinada *a priori* com a respectiva ferramenta. Essa resposta é uma evidência de que as professoras construíram o **conhecimento tecnológico do conteúdo**, uma vez que perceberam que essa ferramenta só desenha polígonos com lados de mesma medida.

Professoras: Não.

Profª Edite: Vocês têm certeza?

Profª Jade: A gente desenha o quadrado do tamanho que a gente quer e ...

Profª Amora: Mede os lados depois.

Profª La Reine: Com essa ferramenta não digitamos a medida dos lados.

Profª Edite: Depois de desenhada não há como redimensioná-la. O programa é limitado nesse sentido.

Professoras: É.

Profª Edite: A ferramenta *Polígono* não oferece na *Caixa de Valores* a medida do lado do quadrado, só a do raio da circunferência circunscrita ao quadrado. Por isso a gente tenta arrastando o *mouse*, aumentando ou diminuindo o desenho, olhando na *Caixa de Valores* até aparecer a medida desejada.

E3GAV – 13/07/2011

Conhecimento de Geometria
Conhecimento de Tecnologia
Grupo de Estudos

Entretanto, percebi que elas não ficaram satisfeitas apenas com a minha explicação oral. Elas queriam provar que a medida registrada na *Caixa de Valores* não é igual à medida do lado do quadrado. Assim, tiveram a iniciativa de desenhar o quadrado com a ferramenta *Polígono* - para validar ou não a minha afirmação. A figura 22 mostra o desenho do quadrado realizado pelas professoras.

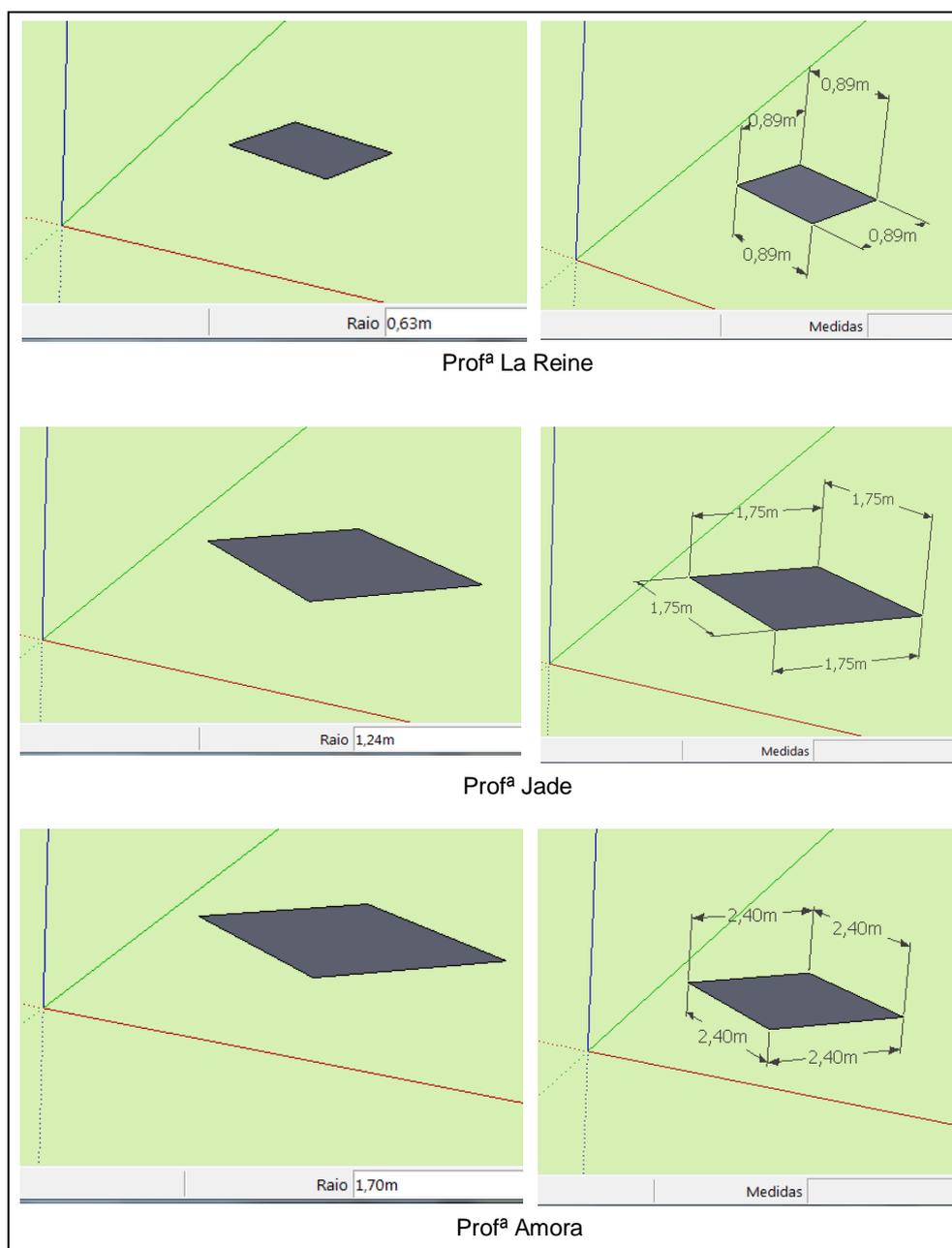


Figura 22: Construção do quadrado com a ferramenta *Polígono* realizada pelas professoras.
Fonte: Acervo pessoal

Os desenhos mostram que a medida registrada na *Caixa de Valores* é diferente da medida do lado do quadrado. Observamos, com isso, que as professoras demonstraram autonomia ao decidirem fazer essa construção. Ficou também evidente a necessidade de elas mobilizarem o **conhecimento específico do conteúdo** e o **conhecimento tecnológico do conteúdo** para realizarem essa atividade. Essas discussões evidenciaram a importância do grupo como um espaço de aprendizagem. Conforme afirmam Murphy e Lick (1998), a abordagem do grupo de estudos nas escolas inclui vários aspectos, como, por exemplo, a construção de conhecimento do conteúdo. Assim, no grupo de estudos, as professoras tiveram momentos não só de construção do conhecimento do conteúdo, mas também de construção de conhecimentos necessários para a utilização da tecnologia digital no ensino de Geometria. Ainda sobre a abordagem sobre grupo de estudos, Gimenes e Penteadó (2008, p. 78) corroboram essa constatação e afirmam que o grupo de estudos é uma

[...] ocasião para os professores trabalharem juntos no seu próprio entendimento da Matemática e em questões relacionadas ao seu ensino e aprendizagem. Nele o professor pode contrastar suas ideias com as de seus colegas e, dessa forma, clarear e ampliar seus conhecimentos.

Durante a construção dos poliedros, atividade livre no terceiro encontro, as professoras foram instigadas por mim a identificar os elementos, as características e as semelhanças e diferenças entre o prisma, a pirâmide, o cone, a esfera, o cilindro e o cubo. Nesse momento, elas observaram e identificaram a quantidade de vértices, de faces, de arestas; e os polígonos que formam as faces, evidenciando mobilização de **conhecimento específico do conteúdo**. Quanto aos corpos redondos, as professoras concluíram que esses sólidos têm superfície arredondada e não possuem vértices, faces e arestas (E3DIP – 13/07/2011).

Analisando os desenhos livres, observamos que as professoras utilizaram as ferramentas básicas do *SketchUp* que são necessárias para uma proposta de ensino de Geometria, articulando, nessas construções, o conteúdo e a tecnologia. Sobre essa articulação, Koehler e Mishra (2009) afirmam que os professores necessitam não apenas dominar o conteúdo que ensinam mas também ter o conhecimento da maneira como o conteúdo pode ser modificado pela tecnologia.

Após a exploração livre do *software*, o grupo leu o plano curricular de Geometria e analisou as competências e habilidades a serem desenvolvidas na

abordagem dos conteúdos. Um recorte dessa interlocução está apresentado a seguir.

Prof^a Jade: Aqui no plano curricular tem figuras espaciais e podemos usar o *SketchUp*.

Prof^a Amora: Podemos trabalhar no *Sketchup* os conteúdos até o quinto ano.

Prof^a La Reine: Parece difícil pros pequenininhos, mas é bom pra ensinar Geometria. Tem os Blocos Lógicos ...

E3DIP – 13/07/2011

Conhecimento de Geometria
Conhecimento de Tecnologia
Conhecimento Pedagógico
Grupo de Estudos

As falas das professoras evidenciaram que elas acreditam que o *software SketchUp* facilita a forma de abordar os conceitos. As professoras Jade e Amora perceberam que os conteúdos do plano curricular podem ser explorados nesse aplicativo. A prof^a La Reine, embora tenha achado o *software* difícil para seus alunos, refletiu sobre a possibilidade de uma atividade envolvendo as peças dos Blocos Lógicos. Notamos que essas reflexões estão relacionadas ao **conhecimento pedagógico tecnológico**, assim como ao **conhecimento tecnológico do conteúdo**, visto que as professoras articularam conteúdo, tecnologia e pedagogia quando avaliaram a possibilidade de usar o *software SketchUp* no ensino de Geometria, conforme orientam Koehler e Mishra (2009).

Finalizadas as atividades das fichas, as professoras realizaram outra sequência de atividades, nas quais as figuras geométricas já estavam construídas na tela do *SketchUp*. As questões referentes aos conteúdos de Geometria e às funções das ferramentas do aplicativo constituíram o foco das discussões nas atividades propostas, tal como mostra o episódio a seguir, no qual investigamos as características de um sólido. Apresentamos a atividade 1 (figura 23) para melhor compreensão do diálogo.

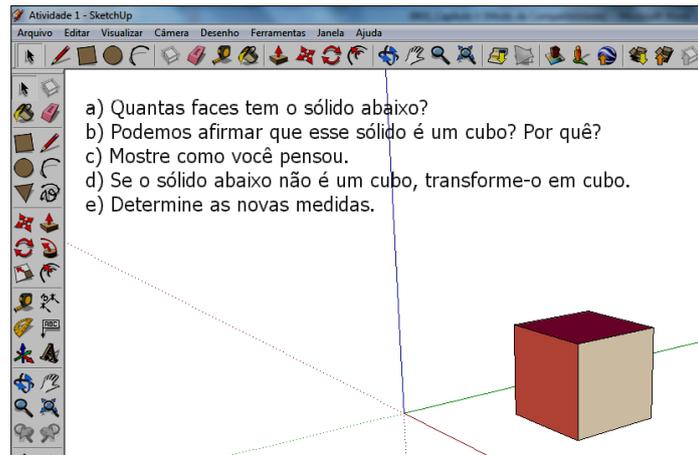


Figura 23: Atividade 1 - Características do cubo
Fonte: Acervo pessoal

Profª Edite: Podemos afirmar que esse sólido é um cubo?

Professoras: Não!

Profª Edite: Por quê?

Profª Amora: Porque ainda não medimos as arestas.

Profª Edite: Nós temos duas ferramentas para medir.

[Após as professoras medirem as arestas do sólido.]

Professoras: Não é um cubo.

Profª Edite: Então, como transformá-lo em um cubo?

Profª Amora: Com a ferramenta *Empurrar/Puxar*.

E6FRA –17/08/2011

Conhecimento de Geometria
Conhecimento de Tecnologia

Constatamos que, ao responderem que não é possível afirmar que o sólido apresentado na tela é um cubo sem antes medir as suas arestas, as professoras demonstraram possuir conhecimentos sobre o conteúdo de Geometria. Ficou subentendido também que elas conheciam uma das propriedades do cubo; no caso, que todas as arestas têm a mesma medida. Nesse episódio, utilizaram a ferramenta *Empurrar/Puxar*, que modifica o tamanho do objeto geométrico e, conseqüentemente, as medidas das arestas. Ao utilizarem tal ferramenta, relacionaram sua função com o conteúdo matemático envolvido na atividade e perceberam a possibilidade de transformar o sólido geométrico num cubo, demonstrando, dessa forma, terem construído o **conhecimento tecnológico do**

conteúdo. Como líder do grupo, a minha intenção era promover a mediação pedagógica de modo a facilitar a relação ente as professoras e o conhecimento.

Continuando as análises, selecionamos o episódio referente à atividade 4, apresentada na figura 24.

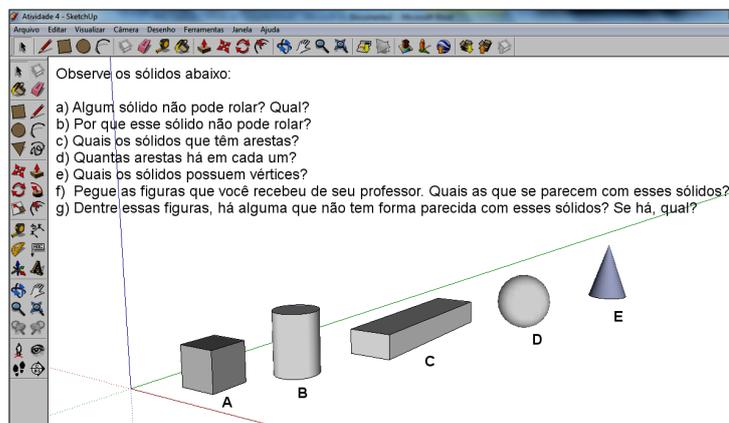


Figura 24: Atividade 4 - Poliedros e Corpos Redondos
Fonte: Acervo pessoal

Profª Edite: Algum sólido pode rolar? Qual?

Professoras: B, D e E.

Profª Edite: Por quê?

Profª Jade: Porque têm a face arredondada.

Profª Edite: Esses sólidos que podem rolar têm faces?

Profª Amora: Não. A face é formada por polígonos.

Profª Edite: E os lados dos polígonos são segmentos de reta?

Profª Jade: É. Então os sólidos que rolam não têm faces.

Profª Edite: Quais os sólidos possuem arestas e vértices?

Professoras: A e C.

E6FRA –17/08/2011

Conhecimento de Geometria
Conhecimento de Tecnologia

Esse episódio mostra que as professoras identificaram as semelhanças e diferenças entre os poliedros e corpos redondos, demonstrando o domínio desse conteúdo específico. Entretanto, observamos o desconhecimento da profª Jade com a nomenclatura dos corpos redondos. A continuidade da discussão possibilitou à profª Jade a construção de conhecimentos, visto que, com a explicação da pesquisadora e da profª Amora, a profª Jade concluiu que a nomenclatura adequada para os sólidos que rolam, nesse caso, é superfície arredondada. Ficam evidentes, mais uma vez, a contribuição do grupo como um espaço de troca de experiências e partilha de saberes e a importância do líder de grupo na mediação. Ainda nessa atividade, para realizar os itens **f** e **g**, as professoras receberam figuras de objetos

(Apêndice K) do nosso dia a dia. A proposta era relacionar cada sólido da atividade com essas figuras. Naquele momento, nós estávamos trabalhando a visualização e a representação mental que cada professora realizava ao estabelecer comparações. É uma atividade que deve ser aplicada na etapa inicial de identificação dos objetos geométricos. Entretanto, em qualquer período dos processos de ensino e de aprendizagem, é fundamental a construção dos conceitos. Segundo Kaleff (2003, p. 16), “ao visualizar os objetos geométricos, o indivíduo passa a ter controle sobre o conjunto das operações mentais básicas exigidas no trato da Geometria”. As professoras obtiveram êxito na realização do item **f**; no entanto, no item **g**, não conseguiram perceber, dentre as figuras recebidas, qual possuía forma diferente das apresentadas na tela. Nenhuma apontou para a figura do circo (figura 25).



Figura 25: Circo

Fonte: <<http://br.pixersize.com/adesivos/desenho-tenda-de-circo-40330469>>

Para as professoras, a figura do circo tem a forma parecida com a do cone. Elas compararam os objetos considerando mais o aspecto visual do que as propriedades do cone e da pirâmide. O elemento que propiciou tal comparação foi o vértice fora da base presente tanto no cone quanto na pirâmide. As professoras desconsideraram outras características, tais como a superfície lateral arredondada e a base do cone; os vértices, as arestas e as faces triangulares da pirâmide. Nesse momento, fica evidente a necessidade de atentar para as devidas intervenções e para a importância do papel do líder como mediador do grupo, uma vez que pude resgatar com as professoras as diferenças e semelhanças entre o prisma e o cone. A minha intervenção possibilitou-lhes a identificação dos elementos desses sólidos, de modo que as auxiliiei na construção do **conhecimento do conteúdo específico**.

Dando prosseguimento à análise, selecionamos a atividade 5 (figura 26), cujo objetivo era explorar a vista superior (do alto) de figuras espaciais. Inicialmente, as professoras deveriam identificar as figuras da tela sem utilizar qualquer ferramenta

do aplicativo. O excerto seguinte, proveniente da discussão referente à atividade, traz reflexões expressivas sobre o tema proposto.

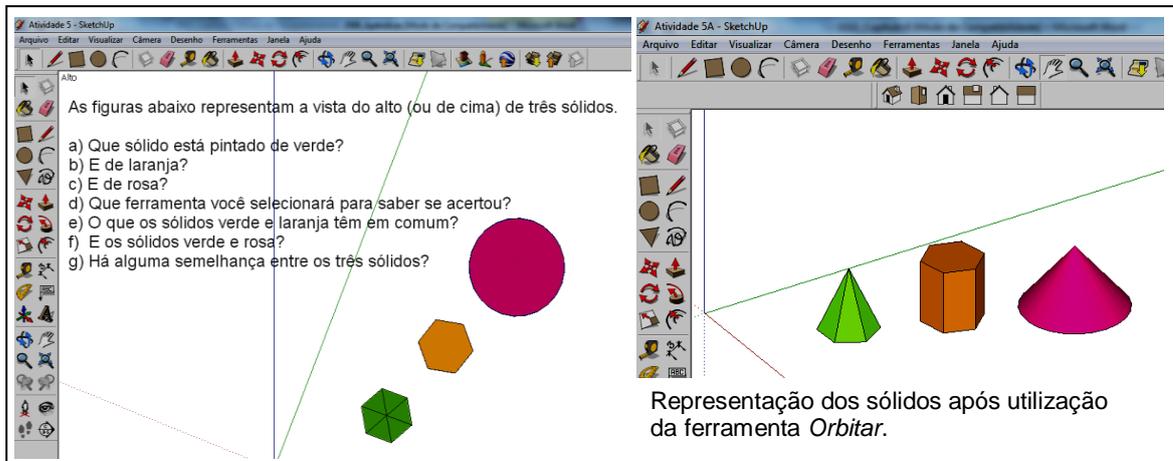


Figura 26: Atividade 5 - Vista superior dos sólidos geométricos
Fonte: Acervo pessoal

Profª Edite: Que sólido está pintado de verde?

Profª Amora: É mais identificação das figuras. Orbitando dá pra gente ver.

Profª Edite: Vejam, foi pedido o nome antes de orbitar!

Professoras: Ah!

Profª Amora: Pirâmide.

Profª Edite: E a laranja?

Profª La Reine: Uma esfera.

Profª Amora: Não... A rosa é que parece uma esfera.

Profª Edite: Por que a laranja não é uma esfera?

Profª Jade: Porque tem arestas.

Profª Edite: Muito bem, a esfera não tem arestas, tem superfície arredondada.

Profª Edite: A rosa parece uma esfera?

Profª Amora: E um cilindro também.

Profª Edite: Amora, por que você falou pra usar a ferramenta *Orbitar*?

Professoras: Pra confirmar.

Profª Edite: Então, orbitem! Vocês acertaram?

Profª Amora: Não. Eu tinha errado a rosa. Eu achei que era um cilindro.

Profª Edite: Então, que sólido representa a figura rosa?

Professoras: Um cone.

Profª Edite: Amora, o que fez você pensar que era um cilindro?

Profª Amora: Os dois têm faces arredondadas.

Profª Edite: Podia ser um cilindro ou um cone porque os dois têm superfícies laterais arredondadas, e não faces.

Profª Edite: O que as figuras verde e laranja têm em comum?

Profª Jade: Todas as arestas são cilíndricas e retas.

Profª Edite: As arestas não têm a forma de um cilindro porque são segmentos de reta. O cilindro é um sólido.

Profª Jade: É, eu sei. Eu me confundo com os nomes.

E6FRA –17/08/2011

Conhecimento de Geometria
Conhecimento de Tecnologia
Grupo de Estudos

Esse episódio revela que as professoras usariam, de imediato, a ferramenta *Orbitar*. Entretanto, intercedi, ressaltando que não era essa a proposta da atividade. Pretendíamos que o grupo levantasse conjecturas a partir das propriedades das figuras espaciais para tentar identificá-las e, a seguir, validar ou não as suas conjecturas por meio da ferramenta *Orbitar*. Interpretando o acontecido percebemos, pela resposta da prof^a Amora, que ela construiu os conhecimentos relacionados às características da pirâmide, uma vez que identificou esse sólido geométrico na figura verde. No entanto, ficou evidente, na resposta da prof^a La Reine, uma lacuna no **conhecimento do conteúdo específico**, visto que ela apontou a esfera como sendo a figura de cor laranja, não tendo verificado que tal figura possuía vértices. Verificamos também que, embora a prof^a Amora não tenha identificado o cone na figura de cor rosa, pois escolheu o cilindro, as suas conjecturas foram válidas. A superfície arredondada, uma das características do cone, da esfera e do cilindro, propicia a mesma vista superior para esses três sólidos. Percebemos também, nesse episódio, a dificuldade das professoras Jade e Amora quanto às nomenclaturas dos sólidos geométricos. A retomada desses termos foi essencial, uma vez que era necessário discutir no grupo os erros conceituais - para a construção adequada do conhecimento sobre esses objetos e para a compreensão das professoras quanto às diferenças da terminologia das figuras espaciais e planas. Ao apontarem a ferramenta *Orbitar* para confirmar as suas escolhas, as professoras relacionaram a função da ferramenta ao conteúdo matemático envolvido na atividade e perceberam a possibilidade de identificar todos os elementos das figuras, demonstrando, dessa forma, terem construído o **conhecimento tecnológico do conteúdo**. Observamos que as professoras sentiram-se à vontade para expor os seus conhecimentos sobre o tema, evidenciado assim a importância do grupo como um espaço que possibilita a ajuda mútua e a troca dos saberes.

Após esses encontros, nos quais as professoras vivenciaram situações com o uso de tecnologias digitais por meio do *software SketchUp*, aplicamos a ficha “Primeiras Reflexões” para obtermos informações relacionadas às suas impressões sobre o uso de tecnologias digitais no ensino de Geometria, saber das suas dificuldades, inseguranças, crenças e concepções. A análise dessas reflexões foi fundamental para planejar e traçar estratégias para os encontros seguintes.

6.2.3 Ficha “Primeiras Reflexões”

Inicialmente, ao indagarmos sobre a justificativa das professoras para aceitar participar desta pesquisa, percebemos o desejo de conhecer algo novo para mudar as suas práticas.

Profª La Reine: Para colaborar com a Edite e para conhecer melhor como é realizado esse tipo de pesquisa. E ainda para aprender algo novo que possa ser aproveitado no meu dia a dia em sala de aula.

Profª Amora: Porque queria apropriar-me, pelo menos um pouquinho, e buscar ideias para a utilização do computador em aulas sobre o espaço (Geometria).

Profª Jade: Porque me interessa bastante conhecer novas ferramentas para utilizar com os meus alunos.

(E5FPR, 10/08/2011)

Para essas professoras, é necessário mudar, buscar algo novo. No pensamento de Dowbor (2001, p. 12), “a mudança é questão de sobrevivência [...]”. Entretanto, mudar não é tão fácil como parece. Segundo Prado (1999), é preciso querer e estar disposto a mudar, visto que é um processo que, de um modo geral, acarreta o rompimento de barreiras tanto no âmbito pessoal quanto no institucional. Nesse sentido, ao analisarmos esses depoimentos, entendemos que as professoras, ao tomarem essa decisão, esboçaram um movimento de mudança e resolveram ousar. Nesse processo de mudar, segundo Prado (1999), é necessário ousar, mas ousar com responsabilidade.

Os recortes a seguir revelam a vontade das professoras de se apropriar de tecnologias digitais e promover práticas inovadoras em suas aulas. Ao buscarmos apreender nessa ficha as suas crenças sobre o que esperam ao final desse trabalho, observamos, no depoimento da profª Amora, a preocupação de utilizar a tecnologia digital integrada às práticas de sala de aula, contemplando, de certa forma, o plano curricular. Ficou evidente, na fala da profª Jade, a sua ideia de utilização da tecnologia digital ao sugerir a aplicação pedagógica dos *software*. Essa sugestão de uso implica ações nas quais o professor é levado a (re)construir seus conhecimentos e promover a articulação entre os conhecimentos do conteúdo, da tecnologia e da pedagogia (MISHRA; KOEHLER, 2006; KOEHLER; MISHRA, 2009).

Profª La Reine: Ter aprendido um pouco sobre como manusear esses programas e poder aproveitá-los em atividades com meus alunos.

Profª Amora: Espero ser capaz de propor atividades interessantes para as crianças. Atividades que as levem a refletir e avançar nos conceitos matemáticos que elas estão trabalhando em sala de aula.

Profª Jade: Aplicar pedagogicamente os *softwares* aprendidos de acordo com os conteúdos trabalhados, a fim de otimizar a aprendizagem.

(E5FPR, 10/08/2011)

Na ficha “Primeiras Reflexões” ficaram registrados os depoimentos das professoras quando questionadas sobre se e de que forma os encontros do grupo estavam provocando reflexões matemáticas e didáticas em suas práticas.

Profª La Reine: Sim, pois nos obriga a buscarmos novas ferramentas de ensino para colocarmos em prática durante nossas aulas, de forma que tornem a aprendizagem do aluno prazerosa e diferenciada.

Profª Jade: A cada encontro, ao mesmo tempo em que conheço os recursos do *software*, faço um paralelo com as práticas pedagógicas.

Profª Amora: Sim, na medida em que estamos, de certa forma, no lugar de alunos, e somos a todo momento questionadas, e também devido à possibilidade de conversarmos e trocarmos opiniões sobre as atividades.

(E5FPR, 10/08/2011)

Registramos também a preocupação da profª La Reine com a aprendizagem dos alunos. A profª Amora, por sua vez, destacou seu sentimento ao se colocar no lugar do aluno.

Em relação ao uso das ferramentas do *software SketchUp*, as professoras ressaltam diversos aspectos positivos:

Profª La Reine: Muito interessante, dinâmico e simples de manusear.

Profª Amora: Achei o programa bastante interessante e avalio que ele possa contribuir efetivamente [...].

Profª Jade: Que é um *software* com inúmeras possibilidades de trabalho, embora mais apropriado às séries altas.

(E5FPR, 10/08/2011)

Perguntamos se as ferramentas desse aplicativo referentes à visualização de figuras espaciais representadas no plano bidimensional contribuíram para o trabalho. As professoras declararam:

Profª La Reine: Sim, e muito. Pois através desse programa eles poderão construir suas próprias figuras, manuseá-las de diferentes formas através dos recursos que ele oferece.

Profª Amora: Podemos orbitar as figuras, o que permite visualizá-las inteiramente e também podemos medir seus elementos.

Profª Jade: Com certeza, pois as ferramentas aprendidas permitem esse tipo de aprendizagem mediada pelo professor.

(E5FPR, 10/08/2011)

Segundo Leontiev (2004), o homem, ao desenvolver uma atividade na qual as ações e operações de trabalho estejam relacionadas a ele e reproduzam características da atividade impregnada no objeto, está em processo de apropriação desse objeto. Assim, essas declarações nos mostram que as professoras, ao interagir com o *software*, realizando atividades intrínsecas ao aplicativo, conseguiram estabelecer uma relação entre as ferramentas e os conteúdos sobre figuras geométricas, configurando, dessa forma, indícios de que estão em processo de apropriação de tecnologia digital.

A profª Jade também esboçou seu entendimento da dinâmica das ferramentas do *software SketchUp*, avaliando-o como um recurso mais adequado às séries mais altas.⁷⁸ Tal avaliação só aconteceu porque a professora iniciara um processo de apropriação de tecnologia digital. Ela também destacou o professor como elemento mediador da aprendizagem na utilização do aplicativo. Segundo Vygotsky (1998), o professor é um elemento fundamental no processo de aprendizagem por constituir um elo intermediário entre o aluno e o saber. Assim, a aprendizagem mediada atribui um papel importante ao professor, uma vez que, nesse processo, “o caminho do objeto até a criança e desta até o objeto passa através de outra pessoa” (VYGOTSKY, 1998, p. 40) - e essa pessoa pode ser o professor.

Questionadas sobre as possíveis inseguranças desencadeadas ao realizarem atividades com o *SketchUp*, as professoras destacaram aspectos positivos relacionados ao papel do grupo e do pesquisador como mediador da aprendizagem, auxiliando as professoras a sanar suas dificuldades.

⁷⁸ Séries mais altas as quais a profª Jade se refere: a partir do 6º ano do Ensino Fundamental.

Profª La Reine: Não.

Profª Amora: Insegura não. Tive algumas dificuldades, porém sempre contei com a ajuda da Edite e das colegas.

Profª Jade: Por enquanto não, pois sei que estou aprendendo a usar para só depois utilizar com os alunos. Além disso, a orientadora nos deixa bem à vontade para tirar as dúvidas.

(E5FPR, 10/08/2011)

O papel da pesquisadora como mediadora do grupo de estudos recebeu destaque nos depoimentos das professoras Amora e Jade. Embora o olhar da pesquisadora estivesse direcionado para os aspectos que respondessem à questão norteadora desta pesquisa, ela também tinha a convicção de que todas faziam parte do grupo investigado e, portanto, o contato direto e constante deveria proporcionar um ambiente de confiança coletiva. Esses depoimentos nos reportam às ideias de Boavida e Ponte (2002), quando afirmam que um grupo sustentado pelo compromisso e por metas comuns constitui uma estratégia capaz de grandes realizações.

Conforme comentado no capítulo 5, utilizamos também o *software Construfig3D*⁷⁹ como um recurso para o ensino de Geometria. Os próximos recortes referem-se às interlocuções promovidas durante a realização das atividades.

A discussão abaixo foi gerada no grupo, no primeiro dia de familiarização das ferramentas do *software Construfig3D*, sobre a complexidade desse aplicativo para os alunos dos anos iniciais. O episódio a seguir traz parte dessa discussão:

Profª A: Eu gostei mais desse programa. Achei mais fácil de encaminhar o raciocínio da criança.

Profª Edite: Esse é mais simples.

Profª Amora: Esse é mais difícil. Pra criança é.

Profª A: Não, é verdade. Mas aí tem que pensar mais.

Profª B: É.

Profª Amora: Até você pensar. Tem que ter conhecimento.

Profª A: É.

Profª B: Detalhe inteligente, né? Pra pensar!

Profª Amora: Já tem que ter um conhecimento.

E6FRA –17/08/2011

Conhecimento de Tecnologia
Conhecimento Pedagógico

⁷⁹ Relembramos que esse *software* foi apresentado às professoras nas duas versões. Uma delas apresenta a planificação dos sólidos.

Nesse episódio, observamos que a prof^a Amora compartilhou sua opinião com o grupo, contrariando as considerações da pesquisadora e da prof^a A. Para a prof^a Amora, o aluno tem de ter um conhecimento prévio para usar esse aplicativo. É preciso que ele já tenha formado a imagem mental do sólido proposto para, em seguida, identificar as figuras planas e o número de faces que o compõem. Notamos, a partir da fala da prof^a Amora, que a prof^a A refletiu sobre suas considerações iniciais. Constatamos também, pela análise desse recorte, que embora a prof^a B tenha concordado com as professoras A e Amora, ela sugeriu outra estratégia que, no nosso entendimento, minimizaria a dificuldade do aluno na realização de atividades nesse *software*. Na continuidade da discussão, a prof^a B apresentou tal proposta.

Prof^a B: Mas não é só olhar a figura? Se você botar a figura do lado, vai dar pra ele [aluno] fazer.

Prof^a Amora: É, é verdade.

Prof^a B: Se botar o sólido, não é?

Prof^a Edite: É. Você pode trabalhar com os dois.

Prof^a B: Bota o sólido do ladinho aí, e agora faça esse aí.

E6FRA –17/08/2011

Conhecimento Pedagógico
Conhecimento de Tecnologia
Grupo de Estudos

A discussão gerada no grupo a partir do reconhecimento, pelas professoras, das potencialidades do *software Construfig3D* no ensino de Geometria possibilitou a retomada da temática das habilidades de visualização e representação, que são elementos importantes para a formação do pensamento geométrico e, conseqüentemente, para a compreensão dos conceitos (GUTIÉRREZ, 1996). A estratégia da prof^a B, ao sugerir o apoio da figura ou do material manipulativo que representa o sólido em construção, pode contribuir para a formação de imagens mentais pelo aluno. Essa sugestão nos reporta a Pais (1996, p. 70), quando afirma que “[...] são os objetos e os desenhos que podem principalmente estimular a formação de boas imagens e, neste contexto, elas constituem uma terceira forma de representação das noções geométricas”. As reflexões apresentadas no grupo estão relacionadas ao **conhecimento pedagógico tecnológico**. Esse conhecimento proporciona condições para que as professoras investiguem como o *software*

influencia na interação do aluno com os conceitos geométricos e proponham alternativas para tornar a aprendizagem mais fácil e mais significativa. Percebemos a troca de opiniões e o compartilhamento de ideias entre as professoras, configurando a importância do grupo de estudos como um espaço de reflexão entre os pares.

Na atividade seguinte, em que foi proposta a construção do prisma, mais uma vez a discussão sobre a complexidade desse *software* ocorreu.

Profª Edite: Vamos montar o prisma de base pentagonal. Como montar?
Profª Amora: Clico no número 7.
Profª Edite: Por que 7?
Profª La Reine: Porque o prisma vai ter 7 faces.
Profª Edite: Quais as faces?
Profª La Reine: Duas com 5 lados.
Profª Amora: São dois pentágonos.
Profª Jade: E cinco retângulos.
Profª Amora: Continuo achando mais difícil pra criança. Já tem que saber a quantidade e o tipo de face.
Profª Jade: Ah! Eu também acho.
Profª La Reine: Eu tive que pensar.
Profª Edite: Bota transparente!
Profª Jade: Que interessante! Se eu botar transparente, eu vejo os vértices e as arestas.

E6FRA –17/08/2011

Conhecimento de Geometria
 Conhecimento de Tecnologia
 Conhecimento Pedagógico
 Grupo de Estudos

Durante a realização de toda essa atividade, a reflexão foi significativa para o grupo, pois as professoras avaliaram, mais uma vez, a complexidade desse *software* para os alunos dos anos iniciais. Na compreensão das professoras, ele exige que o aluno já tenha formado a imagem mental da figura espacial para poder construí-la. Sobre esse tipo de abordagem, Nacarato e Passos (2003, p. 83) afirmam que

Quando se imagina a construção de algum objeto específico, como uma caixa, não se pode iniciar tal construção sem antes “ver”, na mente, o que ainda pode ser visto com os próprios olhos. Tal destreza exige aprendizagem e deve ser sistematicamente construída em diferentes momentos, tanto na escola como fora dela.

Assim, considerando a afirmação dessas autoras, avaliamos que a reflexão das professoras procede. Discutir como o *software* age sobre os conceitos

geométricos e avaliar se ele é adequado ou não aos alunos dos anos iniciais é uma oportunidade para elas construírem o **conhecimento pedagógico tecnológico**. Constatamos também que as professoras mobilizaram o **conhecimento específico do conteúdo** ao identificarem as figuras planas que formam as faces laterais e as bases do prisma. Entretanto, somente esses conhecimentos não seriam suficientes para a construção do prisma com o uso de tecnologia digital. As professoras necessitavam estabelecer relações entre as ferramentas e o conteúdo matemático envolvido na atividade. A construção do prisma mostra que elas construíram o **conhecimento tecnológico do conteúdo**. Outro indício de construção desse tipo de conhecimento foi dado pela prof^a Jade ao identificar, na ferramenta *Transparente*, possibilidades de ver os vértices e as arestas do prisma.



Foto 8: Momentos de reflexão da prof^a Amora para montar o prisma de base pentagonal
Fonte: Acervo pessoal

Observa-se, na sequência da foto 8, que ela utiliza as mãos para montar o prisma, conta as faces no aplicativo e, por fim, realiza a construção.

O próximo episódio retrata uma situação em que as professoras Jade e Amora verificaram as possibilidades de utilizar o *Construfig3D* com sua turma.

Prof^a Jade: Podemos trabalhar nesse programa todas as propriedades dos sólidos, faces, polígonos da face, vértices, arestas. Por exemplo, na minha cabeça imagino o paralelepípedo e coloco quatro.

Prof^a Amora: São seis!

Prof^a Jade: Ah! É mesmo! São seis!

Prof^a Amora: Mas é bem mais difícil. Mas se a criança não estiver vendo a figura terá que imaginar e montar. Acho que é mais difícil. É muita abstração.

Prof^a Edite: E o *SketchUp*, seria anterior a esse?

Prof^a Jade: Ah, eu acho!

Prof^a Amora: Ah, sim, até por que no *Sketchup* você constrói a figura sem ainda saber das características. Aqui se tem que pensar na figura antes de montá-la. Aquelas reflexões são bem mais simples, quando você começa a questionar em cima de uma figura que você já traz montada.

Profª Jade: Pensando assim, podemos trazer os sólidos e mostrar pra eles montarem.
Profª Amora: Assim fica melhor.

E7FRA – 24/08/2011

Conhecimento de Geometria
 Conhecimento de Tecnologia
 Grupo de Estudos

A fala inicial da profª Jade dá indícios de que o *Construfig3D* é uma alternativa para abordar os conceitos geométricos. Percebemos que as professoras têm a concepção de que esse *software* é um aplicativo complexo para trabalhar com as crianças dos anos iniciais. Entretanto, observamos na profª Jade uma predisposição em buscar alternativas para o trabalho em sala de aula, de modo a tornar possível trabalhar atividades no *Construfig3D* com os alunos menores. As palavras da profª Amora sobre o *software SketchUp* evidenciam que ela tem conhecimento da forma como os conceitos podem ser abordados nesse aplicativo e de como o *software* pode influenciar na compreensão dos conceitos pelos alunos. A reflexão sobre qual o *software* mais adequado para tratar os conceitos geométricos com os alunos dos anos iniciais demonstra que as professoras mobilizaram conhecimentos relacionados ao **conhecimento pedagógico tecnológico**.

Em outra atividade proposta no *Construfig3D*, foram investigados os conhecimentos das professoras relacionados aos elementos que compõem o cubo. Nessa proposta, fica evidente o papel do líder do grupo como um elemento que proporciona momentos de mediação com o propósito de constituir um ambiente para a aquisição de conhecimento.

Profª Edite: Quantos vértices tem o cubo? Há botãozinho pra ver as arestas, os vértices e para o cubo ficar transparente.

Profª Amora: Ah! É! Tem.

Profª Jade: Vértices são os cantinhos, né?

Profª Edite: Olhem o cubo rodando!

Profª Jade: Quatorze ou dezesseis.

[...]

Profª Edite: Quantos?

Profª Jade: São oito.

Profª Edite: Quantas arestas saem de cada vértice?

Profª Jade: Três!

Profª Edite: Você disse, Jade, que de cada vértice saem três arestas, e se há 8 vértices, então...

Profª Jade: Vinte e quatro! Não... Porque quando ele fecha... só contamos uma vez.

Profª Edite: É melhor contar as arestas com o cubo planificado ou rodando?

Profª Amora: Com ele rodando, mas transparente. As da frente, as de trás e as de lado. Nesse dá quatro, quatro, duas e duas.

Profª Edite: Então, quantas arestas?

Professoras: Doze!

E7FRA – 24/08/2011

Conhecimento de Geometria
Conhecimento de Tecnologia

Nessa situação, fiz vários questionamentos para as professoras descobrirem o número de vértices e de arestas do cubo. Foi possível perceber a construção do **conhecimento do conteúdo específico** no processo de contagem, principalmente quando elas sinalizaram que a planificação do cubo apresenta mais vértices e arestas do que ele realmente possui. O conhecimento das ferramentas para visualizar as arestas e os vértices e tornar o cubo transparente foi um sinal do **conhecimento tecnológico** mobilizado pelas professoras, necessário para o tratamento desses conceitos. Observamos, na fala da profª Amora, a construção do **conhecimento tecnológico do conteúdo** quando ela expõe que o cubo transparente favorece a visualização dos elementos que o compõem. Na foto 9, vemos a facilidade de visualizar os vértices e as arestas do cubo quando as referidas ferramentas são utilizadas.

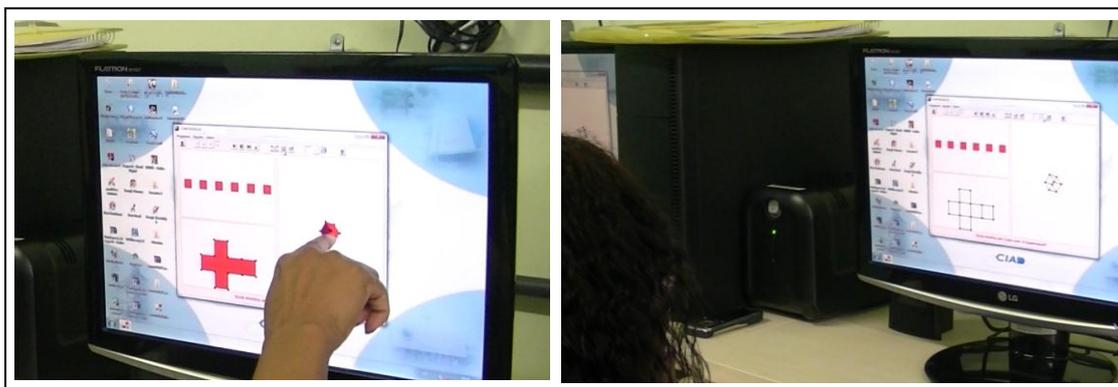


Foto 9: Construção do cubo pela profª Amora
Fonte: Acervo pessoal

Iniciamos as atividades no *software Régua e Compasso*, entregando às professoras fichas com propostas para apresentar as ferramentas do aplicativo. A nossa intenção não era somente proporcionar a construção de outros

conhecimentos tecnológicos, mas oferecer a elas condições de, com esses conhecimentos, construir o **conhecimento tecnológico do conteúdo**, o **conhecimento pedagógico tecnológico** e, quem sabe, o **conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo**.

O primeiro episódio selecionado para análise refere-se à apresentação da ferramenta para a construção de retas paralelas

Profª Edite: Criem uma reta. Agora vamos fazer uma reta paralela a essa com a ferramenta *Reta paralela*.

Profª Jade: Se fizesse assim, seria mesma coisa? [**Jade mostra a ferramenta *Reta para construir a paralela.***]

Profª Edite: Será que seriam paralelas? Vamos ver.

Profª Amora: Tem certeza que é paralela? Eu acho que não.

Profª Jade: Ah! Não é.

Profª Amora: Aí, o que eu faço?

Profª Edite: Como é que você sabe que não é paralela?

Profª Amora: Nas retas paralelas, a distância entre elas é sempre igual. Estava reta, mas a distância está aumentando.

Profª Edite: E o que acontece fazendo assim?

Profª Amora: Em algum lugar elas vão se encontrar.

Profª Edite: Em algum lugar elas vão se encontrar. Onde elas irão se encontrar, Amora?

Profª Amora: Pra lá. [**Mostrando o lado esquerdo da tela do computador.**]

E7FRA – 24/08/2011

Conhecimento de Geometria
Conhecimento de Tecnologia

Nessa atividade, as professoras construíram retas paralelas com a ferramenta *Reta paralela*. Entretanto, a profª Jade quis verificar a possibilidade de fazer essa construção utilizando a ferramenta *Reta*. Com os meus comentários e os da profª Amora, a profª Jade percebeu que essa ferramenta não garante que as retas sejam paralelas, pois ficou evidente, no lado esquerdo da tela, que as retas se encontrariam em algum lugar. Assim, além dos novos **conhecimentos tecnológicos** construídos na atividade - no caso, as ferramentas *Reta* e *Reta paralela* -, o questionamento da profª Jade gerou reflexões que contribuíram para a construção do **conhecimento tecnológico do conteúdo** pelas professoras, uma vez que elas estabeleceram uma relação entre o conteúdo matemático e a respectiva ferramenta. Na foto 10, vemos a construção das retas paralelas com a ferramenta *Reta*.

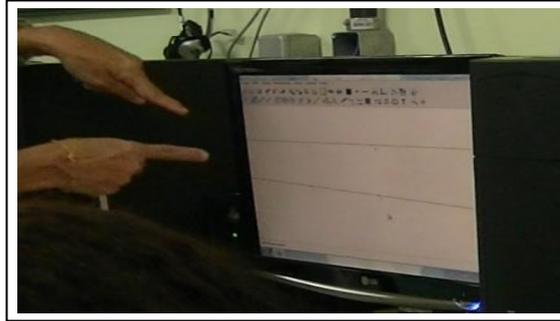


Foto 10: Construção de retas paralelas com a ferramenta *Reta*
Fonte: Acervo pessoal

O outro episódio selecionado aborda a construção do retângulo.

Profª Edite: Vamos lá, desenhe duas retas paralelas e duas perpendiculares a essas retas. Que figura podemos formar com essas retas?

Professoras: Retângulo.

Profª Edite: Usem a ferramenta *Segmento* para formar o retângulo e escondam as retas com a ferramenta *Ocultar objeto*.

Profª Edite: Agora, criem um retângulo com a ferramenta *Segmento*.

Profª Amora: Com segmentos?

Profª Edite: Sim, com segmentos.

Profª Edite: Agora, com a ferramenta *Mover ponto*, movam os pontos livres das duas figuras desenhadas. As figuras continuam sendo quadriláteros?

Profª Amora: Sim, mas uma não ficou retângulo.

Profª Jade: Não, não ficou.

Profª Edite: Por que uma figura não continuou retângulo?

Profª Amora: Ah! Será que é por que o primeiro você pediu pra formar com retas paralelas e perpendiculares? Será que é por causa disso?

Profª Edite: Será?

Profª Amora: Você usou retas paralelas e perpendiculares aqui... As retas continuam sendo perpendiculares e paralelas mesmo movendo os pontos. Ali não, você fez por segmento.

Profª Edite: É isso aí!

Profª Jade: Movimentamos o segundo quadrilátero e apresentou várias formas.

Profª Amora: Nossa!

Profª Edite: Na construção do primeiro retângulo as suas propriedades foram respeitadas, por isso não houve deformação.

E9FRA – 27/08/2011

Conhecimento de Geometria
Conhecimento de Tecnologia

Analisando as falas das professoras nesse episódio, constatamos que elas tinham o conhecimento de que com as ferramentas *Reta paralela* e *Reta perpendicular* é possível desenhar um retângulo. O meu papel como líder do grupo e mediador do conhecimento levou-me a sugerir a construção do retângulo com a ferramenta *Segmento* na intenção de promover uma discussão acerca do “comportamento” dessas figuras quando o recurso “arrastar” fosse utilizado. No processo de verificação, as professoras perceberam que a ferramenta *Segmento* não garante o paralelismo e o perpendicularismo dos lados do retângulo, visto que, ao arrastarem os pontos livres, a forma do segundo retângulo fora alterada. Ficou evidente que as professoras mobilizaram o **conhecimento do conteúdo específico** relacionado às propriedades do quadrilátero, especialmente do retângulo, e novos conhecimentos foram acrescentados, como o **conhecimento tecnológico**, representado pelas ferramentas *Mover ponto* e *Ocultar objeto*. Além desses conhecimentos, as professoras demonstraram ter construído o **conhecimento tecnológico do conteúdo** ao constatarem que as ferramentas *Reta paralela* e *Reta perpendicular* são necessárias para a construção do retângulo. Na sequência da foto 11, vemos inicialmente os retângulos construídos e os pontos livres selecionados em amarelo; depois, as formas dos retângulos após o “arrastar” dos pontos livres.

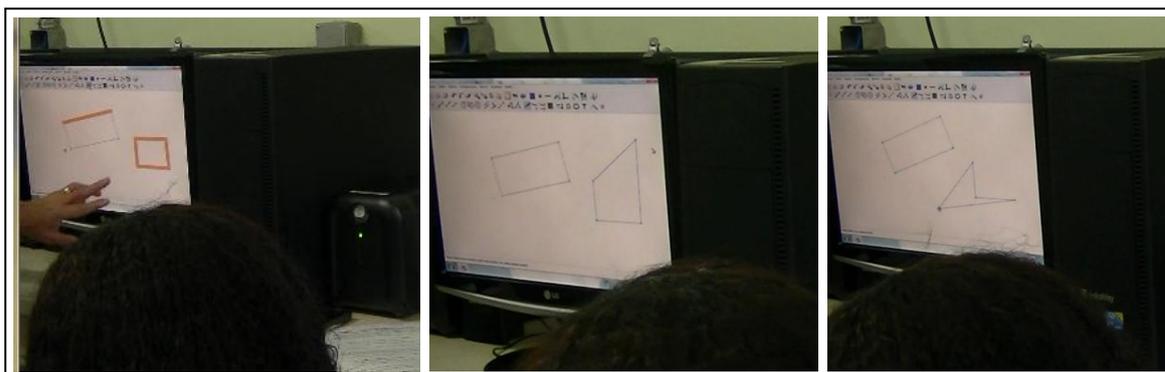


Foto 11: Construções diferenciadas do retângulo
Fonte: Acervo Pessoal

Os dois próximos episódios retratam as interlocuções das professoras ocorridas durante a construção do paralelogramo (figura 27).

Atividade 3

- Observe a construção abaixo.
- A partir dessa construção, construa um paralelogramo, utilizando as ferramentas **RETA PARALELA** e **SEGMENTO**.
- Esconda as retas.
- Pinte o paralelogramo.
- Determine as medidas dos lados e observe as medidas dos lados opostos. O que você pode concluir?
- Determine as medidas dos ângulos internos e observe as medidas dos ângulos opostos. O que você pode concluir?
- Arraste os pontos livres e observe o que acontece. Qual a conclusão que você chegou?
- Salve o seu trabalho com o seu nome `_at3_enc10`.

Figura 27: Construção do paralelogramo
Fonte: Acervo pessoal

Prof^a Edite: Vocês sabem de alguma característica do paralelogramo?

Prof^a La Reine: Esse e esse daqui são paralelos. [mostrando para os lados de cima e de baixo da figura]

Prof^a Edite: E os lados da esquerda e da direita...

Prof^a Amora: Também são paralelos.

Prof^a Jade: E posso usar só segmento para fazer os lados que estão faltando da figura?

Prof^a Edite: Alguém sabe dizer pra Jade por que ela não pode usar só segmento?

Prof^a Amora: Por que os lados são paralelos dois a dois. Não é isso?

Prof^a Edite: Sim. O paralelogramo tem lados paralelos dois a dois.

Prof^a Amora: Não tem segmento paralelo; se tivesse, poderia usar.

Prof^a Edite: A reta paralela vai auxiliar a formar os lados paralelos do paralelogramo.

Prof^a Amora: A gente depois coloca segmento e esconde as retas.

Prof^a Jade: Entendi. É, quando eu fui esconder as retas, sumiu uma parte da minha figura.

Prof^a La Reine: Foi a mesma coisa que eu fiz no início; um, eu fiz com reta paralela e, o outro, fiz com segmento.

Prof^a Edite: Vocês acham que usando segmento garante que os lados fiquem paralelos?

Professoras: Não.

- Profª Amora:** Eu acho esse programa muito legal, mas eu acho que não é muito adequado pro nosso grupo de alunos.
- Profª Edite:** Eu fiz essas questões mais difíceis porque era pra vocês. Vocês vão fazer as perguntas de acordo com a sua turma.
- Profª Amora:** Mas eu acho muito legal e interessante. Eu queria ter tido aula, no ginásio... enquanto aluna... assim... ter tido acesso a isso. Não é?
- Profª Jade:** É. Eu também.

E10FRA – 28/09/2011

Conhecimento de Geometria
 Conhecimento de Tecnologia
 Conhecimento Pedagógico
 Grupo de Estudos

Nesse episódio, verificamos que as professoras mobilizaram **conhecimentos tecnológicos** construídos em atividades anteriores como, por exemplo, as ferramentas *Mover ponto*, *Segmento*, *Ocultar objeto* e *Polígono*. Constatamos também que tinham conhecimento de uma das características do paralelogramo quando identificaram que os lados desse polígono são paralelos dois a dois. Ficou evidente que a profª Amora mobilizou o **conhecimento tecnológico do conteúdo** ao explicar para a profª Jade que a ferramenta *Segmento* não constrói segmentos paralelos e, portanto, não poderia ser usada inicialmente para a construção do paralelogramo. A reflexão ocorrida nesse episódio deixa evidente a preocupação da profª Amora com a complexidade do *software Régua e Compasso*. Interpretamos que essa professora já havia construído o **conhecimento pedagógico tecnológico**, uma vez que argumentou quanto à adequação desse aplicativo para os alunos dos anos iniciais. Constatamos também que ela reconheceu a potencialidade da tecnologia digital no ensino de Geometria, pois expressou um sentimento de como poderia ter sido a sua aprendizagem se tivesse conhecido esse *software* na sua escolaridade. Ficou evidente ainda a importância do grupo como um espaço de aprendizado e de ajuda entre os pares e a influência do líder do grupo como um elemento mediador do conhecimento.

O episódio a seguir, também referente à atividade de construção do paralelogramo, mostra as reflexões surgidas no grupo com o uso do recurso “arrastar”.

Profª Edite: O que acontece quando movemos os pontos livres?
Profª La Reine: Muda a medida e mudam os ângulos, mas sempre fica.
Profª Edite: O quê?
Profª La Reine: Paralelogramo.
Profª Amora: Ele se mantém paralelogramo. Aumentam e diminuem os dois lados ao mesmo tempo.
Profª Edite: E os ângulos opostos?
Profª Amora: Continuam iguais.
Profª La Reine: Continuam iguais entre si.
Profª Edite: E os lados?
Profª Jade: Também continuam iguais.
Profª Amora: Isso é que eu falo que é legal, eu acho que é muito legal!

E10FRA – 28/09/2011

Conhecimento de Geometria
 Conhecimento de Tecnologia
 Grupo de Estudos

Nesse episódio, durante a construção do paralelogramo, as professoras foram instigadas por mim a observar o “comportamento” desse polígono com o uso do recurso “arrastar”. Da mesma forma, constatamos que elas perceberam que as propriedades do paralelogramo são preservadas, embora tenham visto as medidas dos lados e dos ângulos se alterarem. Notamos também que essas reflexões estão relacionadas ao **conhecimento do conteúdo específico**, assim como ao **conhecimento tecnológico do conteúdo**. Essa relação se justifica devido à constatação de que as professoras construíram conhecimentos referentes às medidas dos lados e dos ângulos opostos do paralelogramo e na relação que estabeleceram entre conteúdo e tecnologia ao utilizarem as ferramentas adequadas para fazer as medições. Mais uma vez ficou evidente a percepção da profª Amora quanto às potencialidades da tecnologia digital no ensino de Geometria.

Constatamos também, nos extratos apresentados nessa fase, a importância da constituição do grupo de estudos como um espaço de troca, de reflexão e de aprendizado, destacando o papel do líder como um elemento que intervém e traz muitas contribuições para o grupo. A interação das professoras com os *software* na realização das atividades possibilitou-lhes conhecer a natureza de cada aplicativo e relacioná-los à utilidade que possui em suas práticas pedagógicas.

6.3 ANÁLISE DA FASE B

A fase B foi dedicada ao planejamento das atividades para aplicação nas turmas das professoras e do protocolo de observação dos alunos. Os episódios selecionados para análise originaram-se dos materiais produzidos pelo grupo e da gravação dos encontros de 11 a 15. Primeiramente as atividades foram planejadas sem o computador e, a seguir, montadas pelo grupo no *software* escolhido. O primeiro episódio refere-se ao planejamento das atividades para a prof^a Amora.

Prof^a Amora: Eu não vou trabalhar todo o *SketchUp*, mas vou usar as ferramentas principais para o conteúdo que vou explorar: as ferramentas *Pintar*, *Empurrar/Puxar*, *Dimensões*, *Polígonos* e... aquela que mexe...

Prof^a Jade: *Orbitar*.

Prof^a Amora: *Orbitar* é fundamental nesse programa.

Prof^a Edite: Vocês sabem que, ao abrir o programa, os alunos vão receber a tela em branco...

Prof^a Amora: Vou mostrar como se usa cada ferramenta pra eles.

Prof^a Edite: É importante explorar as figuras e as relações matemáticas, como estamos fazendo desde o início.

Prof^a Amora: Não... Sim, farei perguntas sobre faces, vértices e nomes de figuras.

Prof^a Edite: Você não deve se preocupar, achar que eles devam saber os nomes das figuras, o mais importante é...

Prof^a Jade: É que eles vejam as propriedades.

Prof^a Edite: Identifique as semelhanças e diferenças entre elas.

Conhecimento de Tecnologia
Conhecimento Pedagógico
Grupo de Estudos

Essas declarações enfatizam a forma como a prof^a Amora pretende abordar os conceitos utilizando o aplicativo. Ficou claro que as professoras já conheciam as ferramentas básicas do *software* e as suas possibilidades de uso. A prof^a Jade, por exemplo, identificou a ferramenta que tem a função de girar as figuras ao complementar a fala da prof^a Amora, respondendo: “*Orbitar*”. Nesse momento, ela demonstrou o **conhecimento tecnológico do conteúdo**. Quando lembrei que os alunos iriam receber a tela em branco, deu para perceber que a prof^a Amora estava segura quanto a isso, pois já tinha a certeza de que mostraria inicialmente a função de cada uma das ferramentas. Assim, esse episódio evidenciou que as professoras

tinham o conhecimento das potencialidades desse aplicativo para o estudo das figuras espaciais, demonstrando dessa forma terem construído também o **conhecimento pedagógico tecnológico**.

O episódio a seguir refere-se ao planejamento da primeira atividade para os alunos da prof^a Amora.

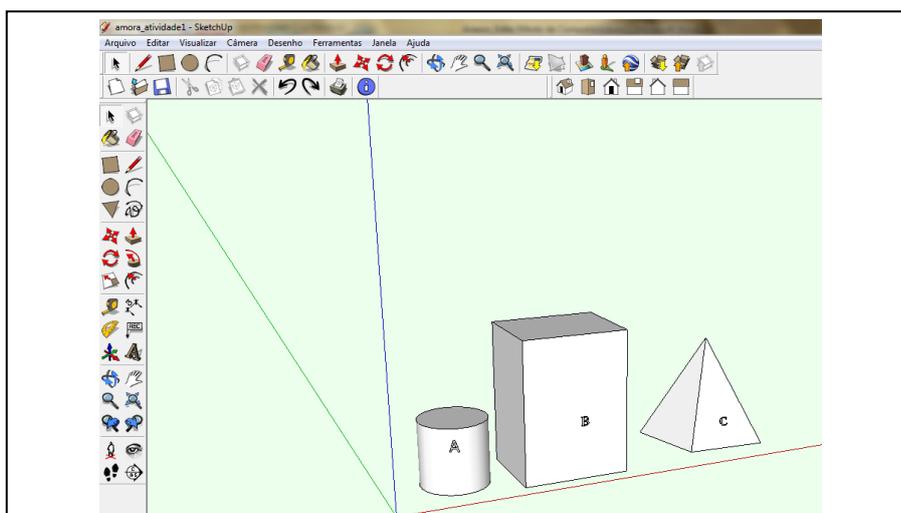
- Prof^a Jade:** É, já estávamos falando sobre o segundo passo.
- Prof^a Amora:** A gente falava que o primeiro passo seria ver os que têm arestas, depois pintar os que não têm arestas.
- Prof^a Jade:** E se teriam vértices também.
- Prof^a Amora:** E se teriam vértices também, por que não? Por que aí a gente estaria retomando as definições.
- Prof^a Jade:** As propriedades, né?
- Prof^a Amora:** Aí eu coloco tudo no protocolo.
- Prof^a Edite:** Então, o que você perguntaria?
- Prof^a Amora:** Por que é esse que você escolheu? É bom colocar os nomes aqui?
- Prof^a Edite:** O que vocês acham?
- Prof^a Jade:** Nesse momento eu acho desnecessário.
- Prof^a Amora:** Mas antes, quero explorar o número de faces, fazer um parecido assim, pinte o sólido que tem, sei lá, tantas faces.
- Prof^a Jade:** Tantas faces.
- Prof^a Amora:** Porque aí ele teria que orbitar e ver qual é o que tem tantas faces.
- Prof^a Jade:** Mas você falou dos vértices, não foi?
- Prof^a Amora:** Primeiro perguntar por que ele não tem aresta, que é a primeira pergunta, depois o vértice.
- Prof^a Edite:** Você vai perguntar por que ele não tem aresta? Por que não tem vértice? Não entendi...
- Prof^a Amora:** É. Eu estou pensando nisso. Por que você pintou esse sólido?
- Prof^a Edite:** Acho melhor essa pergunta. O que você espera que eles respondam?
- Prof^a Amora:** Porque a superfície é arredondada ou porque é meio redonda, uma coisa assim.
- Prof^a Jade:** A gente também não vai exigir que ele use o termo correto. O importante é ele descobrir que o sólido não tem arestas e nem vértices.

E11FEA – 05/10/2011

Conhecimento de Geometria
Conhecimento de Tecnologia
Grupo de Estudos

Observamos no planejamento dessa atividade que as professoras compartilharam ideias, trocaram saberes e se engajaram na proposta, evidenciando a importância do grupo de estudos para o aprimoramento das práticas pedagógicas. Percebemos também que elas tinham conhecimento dos conteúdos que poderiam explorar nesse aplicativo e quais os questionamentos para o protocolo dos alunos.

As professoras deixaram claro que seria mais importante exigir dos alunos a identificação das características dos sólidos e a comparação ao invés de solicitar as nomenclaturas geométricas. Assim, deu para perceber que as professoras articularam conteúdo, tecnologia e pedagogia, colocando em ação os **conhecimentos do conteúdo específico, tecnológico do conteúdo e pedagógico tecnológico**. Na figura 28 estão registrados a atividade e o protocolo dos alunos gerados nessa discussão.



Atividade 1

I - Observe as figuras na tela do computador:

a) Qual dessas figuras tem superfícies arredondadas?.....

b) Que figuras não rolam numa superfície plana quando empurradas?.....
Por que elas não rolam?

c) Use a ferramenta *Orbitar* para observar as faces da Figura B.
Quantas faces ela tem?.....
Todas as suas faces tem o mesmo número de lados?.....
Que forma essas faces têm?.....

d) Pinte a figura que não tem aresta.

Figura 28: Atividade 1 elaborada pelo grupo de estudos para os alunos da prof^a Amora
Fonte Acervo pessoal

O próximo episódio retrata a discussão do planejamento da segunda atividade para a prof^a Amora.

- Profª Amora:** Então, eu pensei em outra atividade assim...
- Profª Jade:** Com pirâmides, não foi?
- Profª Amora:** Com pirâmides diferentes, que eu não sei o nome delas. Aí ele vai ter que...
- Profª Jade:** Ele vai construir?
- Profª Amora:** Não, só depois que ele constrói. Construa uma pirâmide com não sei quantos vértices.
- Profª Jade:** Ele vai orbitar e contar os vértices.
- Profª Amora:** Podemos perguntar: Nessa pirâmide, qual a figura que forma a base? A base dessa pirâmide tem quantos lados?
- Profª Edite:** Então, não é melhor etiquetar como figura 1, figura 2, figura 3 e figura 4?
- Profª Amora:** Na figura 1, a base tem quantos lados? Quatro. E essa figura tem quantos vértices? Cinco. Porque são os quatro da base, mais o vértice lá em cima. A figura que você pintou... a base tem quantos lados? Seis, com o outro, sete. E a outra figura... a base tem cinco lados e a figura tem seis vértices. Assim, eu acho que assim vai ajudar ele a pensar, porque depois eu vou pedir pra ele construir uma pirâmide com cinco vértices no total.
- Profª Amora:** Ele deve fazer essa relação: tirando o vértice de cima ficam quatro, então, a base tem quatro lados.
- Profª Edite:** Que outra relação eles podem fazer observando o número de lados e de vértices da base?
- Profª Amora:** Que a quantidade de faces laterais é a mesma que a dos lados da base.
- Profª Jade:** Também que o número de vértices da base é igual ao número de lados da base.
- Profª Edite:** Essas relações são importantes para discutir com os alunos.
- Professoras:** Esse programa é muito bom pra isso.
- Profª Edite:** O seu objetivo é...
- Profª Amora:** É que eles façam uma relação entre o número de vértices com o número de lados da base.
- Profª Edite:** E os vértices da base.
- Profª Amora:** É. Os vértices da base. Eu acho que é fácil porque eles vão orbitar e ver, né? São todos da base mais um.
- Profª Edite:** E depois?
- Profª Amora:** Um desafio. Eles vão construir uma pirâmide com um número, sei lá, de vértices no total.

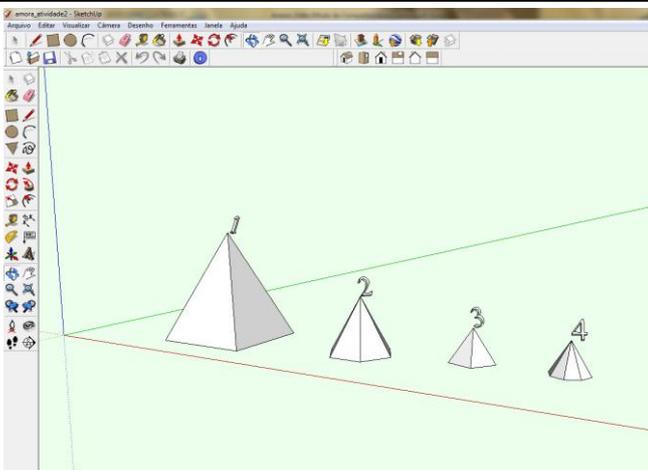
E11FEA – 05/10/2011

Conhecimento de Geometria
 Conhecimento de Tecnologia
 Conhecimento Pedagógico
 Grupo de Estudos

A reflexão gerada nesse episódio sinalizou que o grupo de estudos favoreceu a construção dos conhecimentos pelos professores e que as reflexões geradas dependem, em grande parte, da minha atuação como líder do grupo e mediador da aprendizagem. Constatamos também que as sugestões das professoras Amora e Jade refletiram o conhecimento que elas possuem do conteúdo e da tecnologia que

estão utilizando, uma vez que sugeriram a ferramenta *Orbitar* para contar os vértices. As relações matemáticas surgidas nessa discussão estão relacionadas ao **conhecimento do conteúdo específico** mobilizado pelas professoras. Observamos ainda que as professoras colocaram em ação o **conhecimento pedagógico tecnológico**, ao afirmarem que o *software* é um programa muito bom para explorar as figuras espaciais. Observamos nesse planejamento que os questionamentos propostos pelas professoras para a atividade seguiam uma abordagem voltada para a reflexão e a descoberta.

A figura 29 apresenta a segunda atividade para a prof^a Amora e o protocolo dos alunos planejado pelo grupo de estudos.



Atividade 2

II - Observe as figuras que aparecem na tela de seu computador e use a ferramenta *Orbitar* para responder as perguntas abaixo:

- Em todas essas figuras, as faces laterais têm o mesmo número de lados?.....
- Que forma essas faces têm?.....
- E as faces que estão apoiadas na superfície, também têm o mesmo número de lado em todas essas figuras?.....
- Todas essas pirâmides têm a mesma quantidade de vértices?
- Complete a tabela abaixo com o número de lados da base de cada pirâmide e também com o número total de vértices de cada uma:

	Figura 1	Figura 2	Figura 3	Figura 4
Nº de lados da base				
Total de vértices da figura				

f) Pense e descubra quantos lados precisa ter a base de uma pirâmide para que ela possua um total de quatro vértices. Depois, desenhe essa pirâmide.

Figura 29: Atividade 2 elaborada pelo grupo de estudos para os alunos da prof^a Amora
Fonte Acervo pessoal

O próximo episódio está relacionado ao planejamento de uma das atividades no *software SketchUp* para os alunos da prof^a La Reine.

Profª La Reine: Isso aqui eu não posso chamar de triângulo [apontando para a peça do Bloco Lógico com forma de um prisma de base triangular].

Profª Edite: Não.

Profª La Reine: Não? Então, então como é que...

Profª Edite: Isso aqui é um prisma. É um prisma triangular, porque são as bases que dão o nome.

Profª La Reine: Mas no primeiro ano a gente não dá isso.

Profª Edite: Não, mas você não precisa, você não precisa dar nome.

Profª Jade: É.

Profª La Reine: A gente fala assim, círculo, quadrado...

Profª Jade: Isso.

Profª Edite: Mas não está certo. Você pode dizer que a peça é um objeto que tem a forma...

Profª Jade: Triangular.

Profª Edite: Que tem a forma triangular nessas duas faces, mas a peça não é um triângulo.

Profª Edite: Eu acho que a gente não tem que ter rigor com os alunos do primeiro ano, não é? Você não tem que se preocupar que o aluno saiba que isso aqui é um prisma, mas você não pode dizer pra ele que isso aqui é um triângulo.

Profª La Reine: Então eu acho melhor não usar a ferramenta *Empurrar/Puxar*.

Profª Jade: Ah, eu acho que pode...

Profª La Reine: Senão, vai ter que fazer um prisma.

Profª Edite: Não tem problema. É só não dizer o nome. Você acha que tem problema?

Profª Jade: Não. Pelo contrário, você pode até falar assim, ó, essa figura foi formada a partir de um triângulo.

E12FEA – 12/10/2011

Conhecimento de Geometria
Conhecimento de Tecnologia
Grupo de Estudos

Aqui detectamos a dificuldade das professoras Jade e Amora quanto às nomenclaturas dos sólidos geométricos. A retomada desses termos por mim foi fundamental para a construção adequada do conhecimento sobre esses objetos e para a compreensão das professoras quanto às diferenças da terminologia das figuras espaciais e planas, evidenciando a importância da mediação para a construção de conhecimentos. Devemos ser prudentes ao definirmos algumas figuras para os alunos que estão começando a trabalhar com a Geometria. Não afirmamos que precisamos exigir a nomenclatura correta dos termos geométricos; entretanto, é necessário refletir sobre o que falamos para eles. Assim, ao vivenciarem a discussão sobre as propriedades das referidas figuras, as professoras puderam (re)construir conceitos, (re)significando os conhecimentos que obtiveram

ao aprender e ensinar Geometria. Constatamos também que as professoras relacionaram a função da ferramenta *Empurrar/Puxar* ao conteúdo matemático quando expressaram as suas justificativas na utilização ou não da referida ferramenta na atividade, demonstrando terem construído o **conhecimento tecnológico do conteúdo**. O mesmo aconteceu com a prof^a Jade, quando tomou a iniciativa de buscar alternativas para o que estava sendo discutido, sugerindo dizer aos alunos: “Essa figura foi formada a partir de um triângulo”. A foto 12 mostra os momentos de reflexão do grupo sobre as características das peças dos Blocos Lógicos.



Foto 12: Momentos de reflexão do grupo sobre as características das peças dos Blocos Lógicos
Fonte: Acervo pessoal

No episódio a seguir, a discussão gerada refere-se aos questionamentos da atividade para os alunos da prof^a La Reine.

- Prof^a La Reine:** O que eu posso pedir?
Prof^a Jade: Quantos lados tem essa figura? Que figura você está vendo?
Prof^a La Reine: Isso. Entre outras coisas eu posso ir perguntado, ah, por que vocês acham que isso é um triângulo?
Prof^a Jade: Podia completar aqui, orbite essa figura e veja o que você descobre.
Prof^a La Reine: Isso, veja o que descobre. Depois vou pedir que eles construam outra...
Prof^a Jade: Construa outra peça do jogo?
Prof^a La Reine: Não, pode ser uma figura semelhante, a base triangular, mas que seja menor, de outra cor e mais fino.
Prof^a Jade: Ai, vai ser difícil.
Prof^a La Reine: Mas, ele já não orbitou?
Prof^a Jade: Ah, tá. Entendi.

E12FEA – 12/10/2011

Conhecimento de Geometria
 Conhecimento de Tecnologia
 Grupo de Estudos

Constatamos, nesse recorte, que as professoras trocaram ideias sobre os questionamentos que vão abordar na atividade demonstrando segurança e autonomia. Ficou evidente que o ambiente de confiança proporcionado pelo grupo de estudos, no qual as professoras podiam expor seus medos, suas dificuldades e fragilidades, contribuiu para que elas adquirissem autoconfiança e não necessitassem da minha intervenção. As reflexões feitas no grupo concorreram para que as professoras mobilizassem seus conhecimentos. Ao sinalizarem que a ferramenta *Orbitar* possibilita aos alunos a descoberta da figura desenhada na tela, as professoras articularam conteúdo e tecnologia, ou seja, relacionaram a função da respectiva ferramenta ao conteúdo matemático envolvido na atividade, demonstrando dessa forma terem construído o **conhecimento tecnológico do conteúdo**. Verificamos também que os questionamentos sugeridos indicam que elas mobilizaram o **conhecimento do conteúdo específico** relacionado às figuras espaciais e planas. A figura 30 mostra a atividade elaborada pelo grupo a partir dessas reflexões.

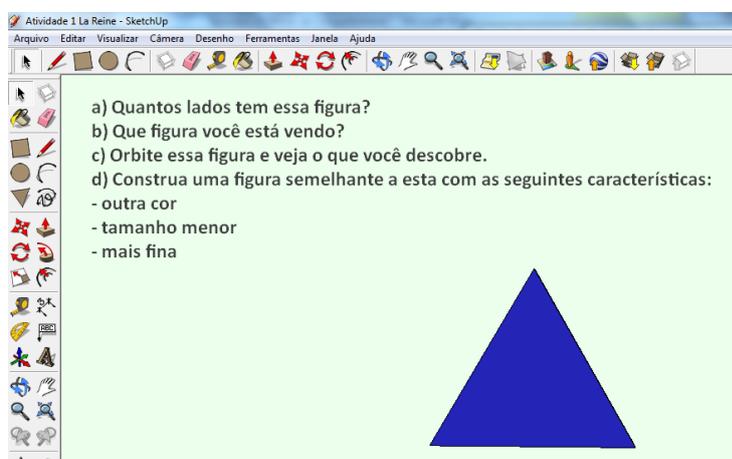


Figura 30: Atividade elaborada pelo grupo de estudos para os alunos da prof^a La Reine
Fonte: Acervo pessoal

As reflexões feitas durante o planejamento das atividades para os alunos da prof^a Jade estão registradas nos recortes a seguir. O primeiro trata do planejamento da primeira atividade.

Profª Jade: Eu aproveitei as ideias quando planejamos as suas atividades e da Amora e elaborei três. Essa é a primeira.

Profª La Reine: Deixa eu ver. Verificar se são iguais e orbitar para descobrir. Ah! Porque olhando assim parecem iguaizinhas.

Profª Jade: Eu inclusive copiei e coleí o triângulo.

Profª La Reine: Depois você puxou. Ah! Boa ideia!

Profª Jade: Aí eles vão perceber.

Profª La Reine: Aí eles vão perceber a diferença. Uma é plana, não é?

Profª Jade: Isso.

Profª La Reine: E a outra não. Tem uma altura.

Profª Jade: Isso. Lembrei dos Blocos Lógicos e me inspirei neles.

Profª La Reine: A outra chama de quê? A que não é plana é o quê?

Profª Edite: Figura não plana, figura espacial, figura tridimensional ou sólido geométrico.

E15FEA – 16/11/2011

Conhecimento de Geometria
Conhecimento de Tecnologia
Grupo de Estudos

A profª Jade, ao sinalizar o aproveitamento das ideias, quando planejara as atividades da profª Amora e da profª La Reine, evidenciou o quanto o grupo de estudos contribuiu para o aprimoramento das práticas pedagógicas. Ela mostrou indícios do **conhecimento tecnológico** quando declarou que utilizara os recursos “Copiar” e “Colar” para inserir mais um triângulo na atividade. Sobressaiu-se nesse episódio a mobilização do **conhecimento tecnológico do conteúdo** pela profª La Reine quando ela declarou: “Depois você puxou. Ah! Boa ideia!”. Ela percebeu que a profª Jade tinha utilizado a ferramenta *Empurrar/Puxar* para transformar o triângulo que havia copiado em um prisma de base triangular, demonstrando o conhecimento de que a referida ferramenta é a adequada para tratar o conteúdo trabalhado na atividade. Novamente notamos que as professoras não se sentiram constrangidas ao mostrar as suas dúvidas e dificuldades no grupo, confirmando a concepção de que a confiança é fundamental para que os participantes se sintam à vontade (BOAVIDA; PONTE, 2002). A minha intervenção para esclarecer ao grupo quais os termos geométricos adequados para as figuras que não são planas evidenciou a importância da mediação do líder do grupo para a construção de conhecimentos.

A figura 31 apresenta a primeira atividade e o protocolo dos alunos para a profª Jade planejados no grupo de estudos.

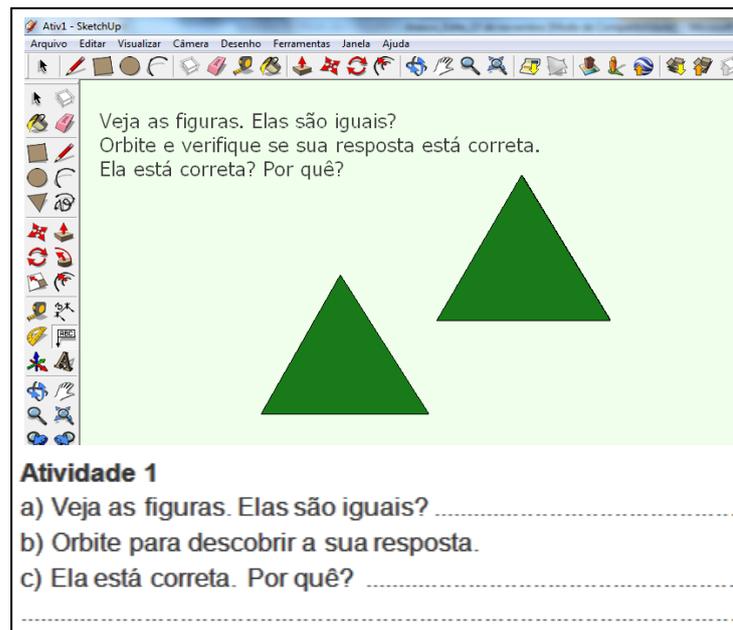


Figura 31: Atividade 1 elaborada pelo grupo de estudos para os alunos da profª Jade
Fonte: Acervo pessoal

O episódio abaixo traz as reflexões do grupo na elaboração da segunda atividade da profª Jade.

Profª La Reine: Então, qual é a outra atividade que vamos discutir? O que você vai botar?

Profª Jade: Ah é! Essa aqui é pra ele orbitar, pintar e identificar.

Profª La Reine: Ah! Legal! Identifique as planas e não planas. Ficou bem bonitinho. E nomeie cada figura.

Profª Edite: Nomeie cada figura e justifique sua resposta.

Profª Jade: Você acha que não devia justificar?

Profª Edite: Como é que você quer que eles justifiquem?

Profª Jade: Dizendo as características de cada figura.

Profª La Reine: Observe a figura tal, que sólido ela lembra? Que sólido ela parece? Aí eles vão colocar cubo.

Profª Jade: Como você pode ter certeza da sua resposta?

Profª La Reine: Utilize a ferramenta fita métrica e verifique...

Profª Jade: Pra se certificar?

Profª La Reine: Pra verificar... Pra verificar sua resposta.

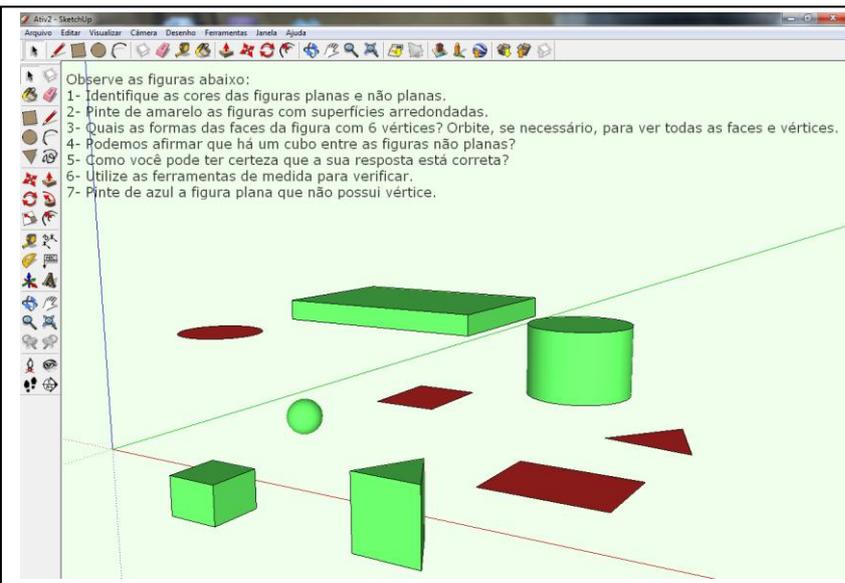
Profª Jade: E se a gente pintar as figuras com cores diferentes? Uma cor para as planas e outra para as não planas.

E15FEA – 16/11/2011

Conhecimento de Geometria
Conhecimento de Tecnologia
Grupo de Estudos

Os questionamentos sugeridos pelas professoras mostram que elas colocaram em ação conhecimentos relacionados ao conteúdo e à tecnologia. Outra constatação já realizada em episódios anteriores refere-se à contribuição do grupo como uma organização de trabalho que favorece a troca de ideias e a ajuda mútua, uma vez que as professoras se empenharam com sugestões para delinear a atividade. Ficou evidente que a minha intervenção como líder do grupo foi bem reduzida, tendo em vista a segurança e autonomia demonstradas pelas professoras no planejamento. Verificamos também que a prof^a Jade mostrou indícios do **conhecimento tecnológico do conteúdo** quando recomendou o uso da ferramenta *Orbitar* para pintar e identificar as figuras. Por sua vez, a prof^a La Reine sugeriu a utilização da ferramenta *Fita métrica* para comprovar se a figura é um cubo, demonstrando também a mobilização do **conhecimento tecnológico do conteúdo**.

A figura 32 mostra a atividade 2 e o protocolo dos alunos gerados a partir dessa discussão.



Observe as figuras abaixo:

- 1- Identifique as cores das figuras planas e não planas.
- 2- Pinte de amarelo as figuras com superfícies arredondadas.
- 3- Quais as formas das faces da figura com 6 vértices? Orbita, se necessário, para ver todas as faces e vértices.
- 4- Podemos afirmar que há um cubo entre as figuras não planas?
- 5- Como você pode ter certeza que a sua resposta está correta?
- 6- Utilize as ferramentas de medida para verificar.
- 7- Pinte de azul a figura plana que não possui vértice.

Atividade 2
Observe as figuras e ...

a) Identifique as cores das figuras planas e não planas.
planas:
não planas:

b) Pinte de amarelo as figuras com superfícies arredondadas.

c) Quais as formas das faces da figura com 6 vértices? Orbita, se necessário, para ver todas as faces e vértices.

d) Podemos afirmar que há um cubo entre as figuras não planas?

e) Como você pode ter certeza que a sua resposta está correta?

Utilize as ferramentas de medidas para verificar.

f) Pinte de azul a figura plana que não possui vértice.

Figura 32: Atividade 2 elaborada pelo grupo de estudos para os alunos da prof^a Jade
Fonte Acervo Pessoal

6.4 ANÁLISE DA FASE C

Essa fase corresponde à análise dos episódios referentes aos dias de aplicação das atividades nas turmas das professoras Amora, Jade e La Reine.

Inicialmente apresentamos o momento da aula da prof^a Amora em que ela apresentou o *software SketchUp* para os alunos.

Prof^a Amora: Vou começar mostrando como se constrói alguns sólidos no *SketchUp*. Vou ensinar a vocês como usar algumas ferramentas. Não todas. O primeiro sólido que vou mostrar é um que tem como base esse círculo aqui. Vou clicar com o botão do *mouse* no círculo e clicar no plano entre as linhas vermelha e verde para desenhar o círculo. Vejam que ele ficou todo no plano. Agora eu vou querer que ele saia do plano. Sempre que vou trocar de uma ferramenta, aperto a barra de espaço. Vou pegar agora a ferramenta *Empurrar/Puxar*. Mas agora eu quero saber uma coisa: que sólido vai aparecer?

Um aluno: O cilindro!

Prof^a Amora: Será que pode ser só o cilindro?

Prof^a Amora: Pode ser o cilindro que tem uma base redonda ou o cone. **[Mostrando os sólidos que estavam sobre a mesa.]** Com a ferramenta *Empurrar/Puxar*, clico sobre o círculo e... Ôpa! Não foi. Edite, tem que selecionar a figura?

Prof^a Edite: Não precisa, ela mesma seleciona a figura quando você encosta. Faça de novo e veja que o círculo ficará cheio de pontinhos, mostrando que está selecionado.

Os alunos: É um cilindro!

Prof^a Amora: Ele saiu do plano vermelho e verde. É um cilindro!

FAA – 07/11/2011

Conhecimento de Geometria
Conhecimento de Tecnologia

Era a primeira vez que a prof^a Amora utilizava o computador em suas práticas pedagógicas e, em se tratando de gerenciar uma aula quando a tecnologia está em jogo, não é tão simples assim. A questão pedagógica fica mais complexa e os professores se veem obrigados a ter um conhecimento da parte técnica para ser possível desenvolver atividades capazes de potencializar mudanças nos processos de ensino e de aprendizagem. Na compreensão de Valente (1999, p. 21), “[...] sem o conhecimento técnico seria impossível implantar soluções pedagógicas inovadoras, e vice-versa, sem o pedagógico, os recursos técnicos disponíveis tendem a ser subutilizados.” Portanto, observamos autonomia e iniciativa da prof^a Amora.

Ela demonstrou estar familiarizada com o aplicativo ao apresentar, no projetor, a função de algumas ferramentas, demonstrando conhecimento da tecnologia. Ao utilizar a ferramenta *Empurrar/Puxar* para transformar o círculo em um cilindro, demonstrou conhecimento de que a referida ferramenta é a adequada para abordar o conteúdo geométrico da atividade. Portanto, mobilizou o **conhecimento tecnológico do conteúdo**. Ficou evidente que ela se preocupou em discutir o conteúdo de Geometria e instigar os alunos a refletir sobre outra figura que poderia ter o círculo como base. Constatamos também que a professora sentiu-se à vontade ao pedir-me esclarecimentos sobre como selecionar o círculo. Ficou clara mais uma vez a influência que o líder exerce no grupo de estudos.

Após a apresentação dos comandos básicos do aplicativo, a prof.^a Amora deixou os alunos manipularem livremente o *software* por um período de tempo e entregou o protocolo para eles responderem os questionamentos da atividade 1. O excerto a seguir mostra a interlocução da professora com os alunos na aplicação dessa atividade (Anexo H).

Prof^a Amora: Quantas faces tem a figura B?

Alunos: Tem seis... seis.

Prof^a Amora: Tem certeza?

Prof^a Amora: Pra gente ter certeza, vai aqui na ferramenta *Orbitar*. Aqui, vocês estão vendo quantas faces?

Alunos: Duas?

Prof^a Amora: Se eu orbitar, eu vejo as outras. De um lado, do outro, lá de trás, embaixo. Vai lá, orbita!

Prof^a Amora: Viu? Agora você teve certeza!

FAA – 07/11/2011

Conhecimento de Geometria
Conhecimento de Tecnologia

Observamos que a prof.^a Amora teve domínio no manejo da aula e não se intimidou com a tecnologia digital. Ao sugerir a ferramenta *Orbitar* para o aluno identificar as faces da figura B, demonstrou conhecimento de que a referida ferramenta é a apropriada para abordar o conteúdo geométrico da atividade, portanto, mobilizou o **conhecimento tecnológico do conteúdo**. Essa mobilização foi constatada também em outro episódio, quando a professora orientou os alunos na resolução da atividade 2 (Anexo H). O recorte abaixo ilustra essa evidência.

Aluno: Quanto tem as bases?

Profª Amora: Você tem que contar.

Aluno: Os lados?

Profª Amora: Orbita pra você ver e contar. Na figura 1 a base tem 1, 2, 3, 4 lados e 4 vértices, com o de cima 5, não é? A figura 2 tem 6 na base e com o de cima 7. Olha, você tem que ir olhando e contando.

Profª Amora: Agora me diz, a figura 3 tem quantos na base? E o total?

Aluno: 5 e 6.

Profª Amora: E a figura 4?

Aluno: 8 e 9.

Profª Amora: Qual vai ser a base da pirâmide com um total de 4 vértices? Não vai ter três vértices?

Aluno: Vai.

Profª Amora: Pega a ferramenta *Polígono* lá em cima. Que número tem que digitar pra desenhar a base?

Aluno: Três.

Profª Amora: Vai e arrasta no plano. Pronto, temos a base! E depois?

Aluno: Depois... é...

Profª Amora: Pega o lápis pra desenhar a altura. Depois vai ligar o vértice de cima com os da base. Lembra que as faces ficam preenchidas?

FAA – 07/11/2011

Conhecimento de Geometria
Conhecimento de Tecnologia

Verificamos aqui que os questionamentos sugeridos pela profª Amora mostram que ela colocou em ação conhecimentos relacionados ao conteúdo e à tecnologia. A professora trabalhou com os alunos a relação entre o total de vértices da pirâmide e o número de lados da base, levando-os a concluir que a pirâmide com o total de quatro vértices tem a base triangular. Fica evidente que a professora tem o **conhecimento específico do conteúdo** exigido nessa atividade. Quanto ao **conhecimento tecnológico do conteúdo**, a professora o expressou quando sugeriu a utilização das ferramentas *Orbitar*, *Polígonos* e *Lápis* para os alunos realizarem a atividade. Constatamos, então, que a professora tem conhecimento de que essas ferramentas são adequadas para abordar o conteúdo geométrico da atividade.

Na sequência, apresentamos recortes de episódios ocorridos durante a aplicação das atividades pela profª La Reine em sua turma. O primeiro trata do momento em que ela apresentou o *software SketchUp* para os alunos.

Profª La Reine: Tem outra ferramenta que vocês vão aprender. Essa aqui, nesse cantinho aqui. Chama *Orbitar*. O que é orbitar? Girar, rodar. Eu vou clicar nela e eu vou girar essa figura aqui. Olhem o que fiz.

Aluno: Olha que legal!

Profª La Reine: Tô girando ela, tô rodando ela.

Aluno: Maneiro!

Profª La Reine: Isso. Perto, de cabeça pra baixo. Olha lá. Dá pra ver ela todinha, olha como ela é fininha. Ela é fininha.

Profª La Reine: Ela é uma figura plana. Ela está lá grudada no chão, não tá? Vocês viram que eu dei a volta nela todinha. Agora olha só, pra ela ficar parecida com essa peça do Bloco Lógico, o que ela precisa fazer?

Aluno: Ficar maior.

Profª La Reine: Ficar maior, né? Então, eu clico nessa ferramenta que se chama empurra... *Empurrar/Puxar*, encosto na minha figura, até ela ficar com pontinhos pretos, clico e empurro para cima ou para baixo. Olhem!

Alunos: Nossa! Maneiro!

Profª La Reine: Na hora que quiser o tamanho, que eu escolhi o tamanho certo, eu solto.

FAA – 16/11/2011

Conhecimento de Geometria
Conhecimento de Tecnologia

Era a primeira vez também que a profª La Reine acompanhava seus alunos ao laboratório de Informática e dinamizava a sua aula. Embora ela não tenha tido experiência com a tecnologia digital em suas práticas pedagógicas, percebemos a sua desenvoltura ao apresentar o aplicativo para a turma. Verificamos também que ela levou a turma a fazer comparações e perceber que a figura plana da tela teria que ser alterada para ficar parecida com uma das peças dos Blocos Lógicos, mostrando ter, nesse caso, o conhecimento de Geometria. Ela apresentou as funções das ferramentas *Orbitar* e *Empurrar/Puxar*, entretanto não fez relação com algum conteúdo matemático, demonstrando desse modo que o **conhecimento tecnológico** foi mobilizado nessas ações.

O próximo recorte trata de um episódio ocorrido durante a aplicação da atividade 1 (Anexo J).

Profª La Reine: Vamos fazer a primeira atividade. Aqui em cima vão ter perguntas, nós vamos pensar juntos e responder.

Profª La Reine: Quantos lados tem essa figura?

Alunos: Tem três.

Profª La Reine: Que forma tem essa figura?

Alunos: Triângulo.

Profª La Reine: Orbite essa figura e veja o que você descobre. Depois, na outra tela, que está embaixo, construa uma figura semelhante a esta com as seguintes características: outra cor, de tamanho menor e mais fina.

[La Reine leu oralmente o protocolo dessa atividade]

Aluno: Não desenhei o triângulo.

Profª La Reine: Você digitou o número três?

Aluno: Ai... tia. Não

Profª La Reine: Cliquei na ferramenta *Polígono*. Como é que eu faço mesmo? Que número vou digitar?

Alunos: Três!

FAA – 16/11/2011

Conhecimento de Geometria
Conhecimento de Tecnologia

Nesse episódio, a professora também levou os alunos a fazer comparações entre a figura da tela e as peças dos Blocos Lógicos, seguindo os critérios estabelecidos: cor, tamanho e espessura para construírem uma figura semelhante a ela. Assim, para explorar com os alunos as características da figura desenhada na tela, constatamos que foi necessário à professora mobilizar o conhecimento de Geometria. A situação vivenciada por ela evidencia que colocou em ação o **conhecimento tecnológico do conteúdo** - ao sugerir a utilização da ferramenta *Polígono* para os alunos construírem o triângulo e da ferramenta *Orbitar* para observarem as características da figura.

O grupo planejou três atividades para a prof^a Jade aplicar em sua turma. Mostraremos, no primeiro episódio, as reflexões originadas na aplicação da primeira (Anexo L).

Aluno: Tia, como é que é... Como é que é pra responder?
Prof^a Jade: Olha só, nessa atividade eu não pedi pra vocês modificarem nada. É pra ver se elas são iguais ou diferentes.
Aluno: Mas elas não são iguais? Eu não tô entendendo.
Prof^a Jade: Tem certeza que elas são iguais? Orbita, olha por baixo, de lado... Ainda não dá pra ver... Vira mais um pouquinho pra ver de lado. Olha lá! Dá pra ver a diferença?
Aluno: Dá!
Prof^a Jade: Qual é a diferença? Ainda bem que você orbitou, não é? Elas são diferentes, não são?
Aluno: Sim.
Prof^a Jade: Vou mostrar aqui pra vocês dois. Essa é mais grossinha, tem altura, já saiu do plano. A figura plana é mais fininha, está no plano.
Aluno: Plano: O que é plano?
Prof^a Jade: É estar no chão, como essa aqui. Não tem altura. Então, qual é a plana? Quem sabe me responder?
Aluno: Então é essa! **[Aluno mostra a figura na tela do computador]**
Prof^a Jade: Exatamente! A que está no plano é a mais fininha. Porque ela não tem altura.

FAA – 21/11/2011

Conhecimento de Geometria
 Conhecimento de Tecnologia

Não era a primeira vez que a prof^a Jade utilizava o computador em suas práticas pedagógicas. Ela é professora e coordenadora do laboratório de Informática do CPII com vasta experiência no desenvolvimento de projetos educacionais com o uso da tecnologia digital. A situação acima vivenciada por ela é nova. Ainda que tenha domínio das tecnologias digitais, o gerenciamento de uma aula em que o *software* utilizado demande o conhecimento de conteúdos geométricos pelo professor não é tão simples assim. Entretanto, observamos nesse caso autonomia e iniciativa. Ela demonstrou estar familiarizada com o aplicativo ao fazer os questionamentos para os alunos com o uso da ferramenta *Orbitar*, propiciando um ambiente de discussão e reflexão sobre as características e as propriedades das figuras geométricas que compunham a atividade. Ao utilizar a referida ferramenta, para instigar os alunos a identificar as semelhanças e diferenças entre as figuras da tela, a professora mobilizou o **conhecimento tecnológico do conteúdo**.

Percebemos também que ela buscou alternativas para esclarecer aos alunos o significado matemático da palavra plano, demonstrando ter conhecimento do conteúdo específico.

O episódio a seguir mostra reflexões surgidas na turma durante a aplicação da terceira atividade.

Profª Jade: Construa uma figura não plana de bases pentagonais.
Alunas: O que é isso?
Profª Jade: Já ouviram falar, o Brasil é pentacampeão?
Alunas: Não.
Profª Jade: Então eu vou falar. Olha só, pentacampeão significa que o Brasil foi campeão cinco vezes. Então, a base da figura vai ter quantos lados?
Alunas: Cinco.
Profª Jade: Qual a ferramenta para desenhar a figura plana que forma a base? Não sabem? É essa aqui! Digita cinco e desenha! Agora, a base você já fez e o que falta para desenhar a figura não plana.
Aluna A: Aumentar!
Profª Jade: Qual a ferramenta?
Aluna B: Ah! Não sei não!
Profª Jade: Gente, vamos! Faz!
 Aluna B: É essa daqui!
Profª Jade: Não! É essa, a *Empurrar/Puxar*. Então, vamos, desenha!
Aluna B: Eu sabia, mas...

FAA – 28/11/2011

Conhecimento de Geometria
 Conhecimento de Tecnologia

Constatamos nesse episódio que a professora mobilizou o **conhecimento tecnológico do conteúdo** ao sugerir a construção de uma figura espacial de base pentagonal apontando para a ferramenta específica e orientando o aluno a digitar o número de lados da figura que forma a base. Além dessa ferramenta, ela indicou a ferramenta *Empurrar/Puxar* para construir uma figura não plana a partir do pentágono desenhado. Por meio das reflexões, constatamos que a professora estabeleceu a relação entre as ferramentas utilizadas e o conteúdo matemático necessário. Verificamos também que ela buscou alternativas para esclarecer aos alunos o significado matemático da palavra pentagonal, fazendo uma associação com o termo pentacampeão, demonstrando ter **conhecimento do conteúdo específico**.

6.5 ANÁLISE DA FASE D

A fase D configurou-se por momentos de reflexão originados pelas informações da ficha “Reflexões Finais” e da entrevista. Vamos detalhar esses recursos porque nos levaram a uma avaliação importante para o nosso trabalho: a percepção das professoras sobre a proposta do uso dos *software* até a sua apropriação.

6.5.1 Ficha “Reflexões Finais”

A ficha “Reflexões Finais” foi aplicada na última fase da pesquisa de campo, quando as professoras já haviam vivenciado todas as tarefas como professor-aprendiz, professor-pesquisador e professor-prático (LOBO DA COSTA, 2004).

Essa ficha tinha como objetivo investigar as percepções das professoras com relação aos *software* escolhidos, à dinâmica dos encontros, aos conteúdos de Geometria explorados e às possibilidades de integração de tecnologias digitais em suas práticas pedagógicas. Saber das impressões das professoras sobre os *software* foi de grande relevância para investigarmos tanto o processo de apropriação de tecnologia digital quanto os conhecimentos mobilizados e construídos por elas. Nos recortes a seguir, registramos suas percepções ao realizar as atividades em cada aplicativo.

Sobre o *software SketchUp*:

- Prof^a La Reine:** Dos três programas, achei esse mais interessante e agradável de manusear.
- Prof^a Amora:** Muito entusiasmada. Gostei muito e achei muito oportuno para pensar em atividades para os anos iniciais do Ensino Fundamental.
- Prof^a Jade:** Curiosa e interessada, porém com necessidade de utilizar mais as ferramentas para explorá-las com mais segurança.

(E17FRF, 30/11/2011)

Sobre o *software Régua e Compasso*:

Prof^a La Reine: Também é um programa que possui bons recursos para serem aproveitados numa aula de Geometria no laboratório de Informática.

Prof^a Amora: Também gostei bastante. No entanto, considerei que esse programa era mais adequado para ser utilizado com crianças maiores do que as que normalmente trabalho.

Prof^a Jade: Concentrada, porém, sinto que precisaria usar mais o software.

(E17FRF, 30/11/2011)

Sobre o *software Construfig3D*:

Prof^a La Reine: É o programa com menor possibilidade de criação em relação aos outros dois apresentados.

Prof^a Amora: Foi o que me interessou menos porque não permite ao professor ser muito criativo ao utilizá-lo.

Prof^a Jade: Pensando sobre o conteúdo de maneira mais abstrata.

(E17FRF, 30/11/2011)

Dentre os *software* disponibilizados, as professoras consideram o *SketchUp* o mais adequado para os alunos dos anos iniciais de escolaridade, por ser um *software* interativo, com ferramentas simples, de fácil manuseio e com possibilidades de criar atividades envolvendo as figuras tridimensionais.

Quanto ao *software Régua e Compasso*, elas avaliaram como um aplicativo mais adequado para os alunos dos anos finais do Ensino Fundamental, uma vez que exige o domínio de conceitos geométricos para a construção das figuras planas.

Em relação ao *software Construfig3D*, acharam com limitações, com menos possibilidades de criação e maior abstração para a construção das figuras espaciais.

Assim, concluímos que as professoras têm clareza das diversas possibilidades pedagógicas oferecidas pelos *software* e, dentre esses, quais os mais adequados para seus alunos. Desse modo, observamos indícios do processo de apropriação de tecnologias digitais pelas professoras, visto que as comparações realizadas por elas são passíveis de ocorrer no momento em que os sujeitos se apropriam das operações motoras incorporadas no objeto, no caso, nos aplicativos (LEONTIEV, 2004).

Observamos ainda que as professoras se colocaram no lugar de seus alunos e se certificaram de que eles podem se deparar com as dificuldades e as facilidades com as quais elas se depararam ao vivenciarem as atividades nos referidos aplicativos.

Quando questionadas sobre os conteúdos de Geometria em que encontraram mais dificuldades, percebemos que uma delas sentiu dificuldade de estabelecer relação entre os conteúdos e as ferramentas do *software Régua e Compasso*, como mostra o comentário da prof^a Amora.

Prof^a La Reine: Relembrar algumas nomenclaturas.

Prof^a Amora: Minhas dificuldades não foram com relação aos conteúdos de Geometria, mas sim, de relacionar esses conteúdos às ferramentas do *Régua e Compasso* e assim conseguir construir algumas figuras que eram pedidas nas atividades propostas, de maneira tal que elas não se deformassem.

Prof^a Jade: Nas propriedades das figuras tridimensionais.

(E17FRF, 30/11/2011)

O depoimento da prof^a Amora nos faz perceber o quão é importante o professor ter o domínio do **conhecimento do conteúdo específico** (SHULMAN; 1986, 1987) e do **conhecimento tecnológico** (MISHRA; KOEHLER, 2006) para estabelecer a relação entre esses conhecimentos e construir o **conhecimento tecnológico do conteúdo** (MISHRA; KOEHLER, 2006).

Para a realização e elaboração de atividades nos *software*, alguns saberes foram mobilizados e construídos pelas professoras. Nesse sentido, achamos oportuno saber das professoras se a falta de conhecimento do conteúdo de Geometria pode dificultar a interação do professor com o *software*.

Prof^a La Reine: Sim, um pouco. É necessário dominar os conteúdos de Geometria para que se tenha mais segurança em criar figuras durante a atividade.

Prof^a Amora: Sim, poderia. No entanto, tive acesso à fundamentação necessária para vencer isso.

Prof^a Jade: Não chega a ser um obstáculo, mas um elemento que dificulta uma interação mais profunda.

(E17FRF, 30/11/2011)

Percebemos que a vivência das professoras nos encontros do grupo de estudos serviu como referência para elas constatarem que a falta de conhecimento do conteúdo de Geometria constitui um obstáculo para a interação do professor com o *software*. A prof^a Amora enfatizou o papel do pesquisador como mediador e facilitador da aprendizagem, possibilitando ao grupo o acesso aos conteúdos de Geometria. Nesse sentido, Lobo da Costa (2004, p. 72) fundamenta a fala dessa professora ao afirmar que

O professor como mediador deve estar centrado prioritariamente na aprendizagem e deve empreender ações em parceria com os estudantes. É evidente que, no grupo, o seu papel é diferente do desempenhado pelo aluno, ou seja, o professor deve dominar profundamente o conteúdo para apresentar contribuições. Contudo, ele também pode atuar como pesquisador nos assuntos envolvidos na atividade.

Ainda comentando os conhecimentos necessários para a interação do professor com o *software*, os professores sinalizaram que a falta de conhecimento das ferramentas do *software* também é um impedimento para o professor interagir com o aplicativo.

Profª La Reine: Também. Através de uma explicação básica do uso das ferramentas dos *software* já é possível realizar atividades pedagógicas no laboratório de Informática. Sem conhecê-las o trabalho fica mais difícil.

Profª Amora: Com certeza. Se não se conhece as ferramentas, como se pode propor atividades para os alunos e propor que eles a utilizem?

Profª Jade: Sim, pois o *software* deve “materializar” as propostas.

(E17FRF, 30/11/2011)

Percebe-se, assim, a relação que as professoras estabeleceram entre tecnologia, pedagogia e conteúdo, configurando indícios de construção do **conhecimento tecnológico do conteúdo** e do **conhecimento tecnológico pedagógico** (MISHRA; KOEHLER, 2006).

6.5.2 Entrevista

Os instrumentos utilizados na pesquisa de campo permitiram-nos apontar indícios de que as professoras iniciaram um processo de apropriação de tecnologias digitais no ensino de Geometria nos encontros do grupo de estudos, como também de desenvolvimento do conhecimento profissional docente. Os extratos selecionados na entrevista ilustram tais constatações.

Na entrevista, ao indagarmos se os encontros foram suficientes para atender às necessidades do grupo de estudos, observamos a importância de um contato por mais tempo com o *software* para adquirirem um domínio maior das tecnologias digitais.

Profª La Reine: Eu acho que teve mais encontros com o *SketchUp*. Eu acho que para os outros programas a gente teve menos tempo.

Profª Amora: O que eu achei que a gente treinou pouco foi o último, aquele *Régua e Compasso*. Eu acho que esse sim, talvez pudesse ter mais encontros.

Profª Jade: Eu também achei, porque o *SketchUp* foi o primeiro que nós usamos. Foi suficiente.

Profª Amora: Mas por outro lado, eu acho que o *SketchUp* foi mais adequado também pra faixa etária que a gente tava.

Percebemos assim que as professoras têm clareza das diversas possibilidades pedagógicas oferecidas pelos *software* e, dentre esses, quais os mais adequados para seus alunos. Deste modo, observamos indícios do processo de apropriação de tecnologias digitais pelas professoras, visto que tais questionamentos são passíveis de ocorrer no momento em que os sujeitos se apropriam das operações motoras incorporadas no objeto, no caso, nos aplicativos (LEONTIEV, 2004).

Em relação à metodologia adotada, as participantes do grupo de estudos confirmaram, na entrevista, que as interações no grupo promoveram reflexões sobre o tema figuras planas e espaciais - como evidencia o depoimento da profª Jade:

Profª Jade: Eu lembro daquela primeira, quando a La Reine estava mostrando os Blocos Lógicos. Uma coisa eu sempre fiz com as minhas turmas, que é pegar o bloco e falar triângulo, círculo. **[Depois complementou:]** Aí é que eu fui tomando mais cuidado com essas coisas.

(E18ENT, 07/12/2011)

A profª Jade lembrou o episódio ocorrido no encontro em que o grupo planejou as atividades para a profª La Reine aplicar em sua turma. Nesse dia, a profª La Reine apresentou os Blocos Lógicos e utilizou a nomenclatura incorreta ao selecionar duas peças. Ela chamou de círculo, o cilindro, e de triângulo, o prisma de base triangular. Observamos então que as professoras não tinham conhecimento dos nomes das figuras espaciais representadas naquelas peças e percebi que a questão era mais preocupante do que uma simples confusão relacionada aos termos geométricos. Promovi, então, uma discussão acerca das propriedades e das características das figuras envolvidas nas referidas peças (cilindro e prisma de base

triangular), enfatizando as semelhanças e diferenças entre elas e favorecendo a re(significação) dos conceitos geométricos pelas professoras.

Ao realizar essa discussão, notei interesse e envolvimento das professoras nas reflexões, mas também preocupação ao constatarem que não utilizaram corretamente a nomenclatura das peças dos Blocos Lógicos em suas turmas. Naquele momento, o apoio do grupo foi importante para que elas superassem seus anseios e dificuldades.

Vale ressaltar que é fundamental, para o pesquisador, ter o entendimento de que, além do compromisso com o processo de construção do conhecimento, o professor deve ser respeitado e considerado em sua plenitude. Nesse sentido, Etcheverria (2008, p. 62) faz considerações e afirma que

O confronto de teorias revelado no diálogo entre os pares, mesmo que de forma tranquila, deve ser mediado pelo coordenador do grupo de estudos para que não haja rupturas afetivas ou mesmo para que não aconteçam desvalorizações dos processos apresentados, pois isso leva à evasão ou à isenção do participante na construção coletiva.

As professoras tiveram, no grupo de estudos, a oportunidade de ter acesso a experiências e reflexões relacionadas ao uso de tecnologia digital no ensino de Geometria. A partir dessas discussões, elas perceberam também o quanto é importante utilizar os recursos tecnológicos digitais em outras áreas do conhecimento, possibilitando aos alunos diferentes maneiras de aprendizagem. Os recortes abaixo mostram as reflexões das professoras.

Prof^a La Reine: Depois eu fiquei sabendo que a Jade tem um programa de alfabetização [...]. Isso aí até me fez pensar em trazer, procurar buscar esse programa pra poder trazer meu grupo no ano que vem. E fazer não só de Geometria, né? Mas como também de outras matérias também. Fazer um trabalho de Língua Portuguesa. Me fez pensar em tudo isso sim. Em aproveitar mais o laboratório, usar mais esse espaço mesmo.

Prof^a Jade: Eu pensei no quanto que a gente não tem utilizado, não é? Programas voltados, nesse caso especificamente, pra Geometria. Eu pensei, “caramba”, quanta coisa a gente já podia estar usando? E eu desconhecia, não tinha baixado, não tinha acesso ao programa pra saber. E para o ano que vem, com certeza, a gente já vai usar, até porque está aqui tudo isso.

Prof^a Amora: Por que eu acho que tudo que a gente aprende, né? Não fica só naquela caixinha, aqui uma, aqui outra, aqui outra. Isso interfere em você como um todo.

(E18ENT, 07/12/2011)

As professoras demonstraram que o contexto do grupo de estudos, quando articulado com a busca do crescimento profissional, pode influenciar a prática realizada pelo docente. Embora a prof^a Jade seja professora do laboratório de Informática, ela não utilizava a tecnologia digital no ensino de Geometria. Entretanto, vislumbrou essa possibilidade em seu depoimento. À vista disso, Boavida e Ponte (2002) entendem que a interação, o diálogo e a reflexão em conjunto geram sinergias que proporcionam um aumento de aprendizagem mútua, possibilitando ao grupo avançar mais e enfrentar as inseguranças e dificuldades que surgem.

Ao investigar os conhecimentos gerados nos encontros do grupo de estudos, foi possível perceber que as professoras tinham conhecimentos construídos no seguinte depoimento:

|| **Prof^a La Reine:** A gente aprendeu que o bloco lógico não é triângulo, não é quadrado.

A professora refere-se ao conhecimento do conteúdo específico (SHULMAN, 1986, 1987) construído no grupo.

Além desse conhecimento, outros foram necessários às professoras ao interagirem com a tecnologia digital (MISHRA; KOEHLER, 2006) visando o ensino de Geometria, tais como podemos observar nos depoimentos:

|| **Prof^a La Reine:** Saber manusear esse *software* que eu não conhecia [*SketchUp*].

|| **Prof^a Jade:** Utilizar pedagogicamente.

(E18ENT, 07/12/2011)

A prof^a La Reine mostrou que construiu conhecimentos sobre tecnologia; no caso, sobre o *software*. A prof^a Jade entendeu que o grupo a auxiliou na construção do **conhecimento tecnológico pedagógico**, considerando que percebeu como o ensino sobre figuras espaciais e planas pode ser modificado com o uso dos respectivos aplicativos. Esse fato nos remete aos estudos de Mishra e Koehler (2006) quando apontam que somente o **conhecimento tecnológico** não é suficiente para que o professor utilize a tecnologia em suas práticas pedagógicas. Para esses

autores, faz-se necessário considerar as conexões, as possibilidades e as interações entre conteúdo, pedagogia e tecnologia.

Chegando ao final da análise, foi possível perceber nos recortes selecionados uma relação entre a concepção de apropriação de Leontiev (2004) e o esquema de níveis de integração de tecnologia no ensino e aprendizagem de Matemática proposto por Niess et al (2009) e referendado pela *AMTE*.

Segundo Leontiev (2004), o processo de apropriação de um objeto se inicia quando o indivíduo desenvolve uma atividade na qual as ações e as operações de trabalho estejam relacionadas a ele e reproduzam traços da atividade acumulada nesse objeto. Os extratos provenientes das diversas fases deste estudo mostraram que as professoras, ao interagirem com o *software*, realizando atividades intrínsecas ao aplicativo, conseguiram estabelecer relação entre as ferramentas e os conteúdos sobre figuras geométricas, mobilizando diferentes conhecimentos, tais como, o de Geometria, o tecnológico, o tecnológico do conteúdo e o pedagógico tecnológico configurando, dessa forma, que iniciaram um processo de aquisição do instrumento, no caso, a tecnologia digital, ao se apropriarem das operações motoras que nele estão cristalizadas.

Comparando na análise realizada, o processo de apropriação, a partir da concepção de Leontiev (2004), com os níveis propostos por Niess et al (2009), percebemos nos episódios aqui apresentados que as professoras, no processo de aquisição do instrumento (tecnologia digital), ao construírem seus conhecimentos, perpassaram por três níveis, em movimentos de ida e volta, de acordo com o *software* utilizado: Reconhecimento, Aceitação e Exploração. Tal conclusão se confirma, uma vez que elas foram capazes de usar a tecnologia, reconhecer a adequação desta com os conteúdos de Matemática, decidir pelo uso ou não de uma determinada tecnologia no ensino e na aprendizagem de Matemática e formar uma atitude favorável à utilização da tecnologia apropriada. Essas ações realizadas pelas professoras são passíveis de ocorrer no momento em que os sujeitos se apropriam das operações motoras incorporadas no objeto, no caso, nos aplicativos (LEONTIEV, 2004).

Terminando este capítulo, apresentamos os episódios que envolveram o desenvolvimento das atividades das professoras do grupo de estudos, ressaltando os conhecimentos que dominaram em cada fase. A seguir, vamos refletir sobre o caminho percorrido nesta investigação e apresentar as conclusões.

O ARREIMATE DE IDEIAS

É na inconclusão do ser, que se sabe como tal, que se funda a educação como processo permanente. Mulheres e homens se tornaram educáveis na medida em que se reconheceram inacabados.

PAULO FREIRE (2002)

Chegando ao final do trabalho, as conclusões são apresentadas, não com a intenção de esgotar uma problemática, mas de suscitar na comunidade acadêmica um movimento de discussão e reflexão acerca do processo de apropriação de tecnologia digital no ensino de Geometria pelos professores dos anos iniciais.

Esta pesquisa teve como objetivo analisar, em um grupo de estudos constituído na escola, o processo de apropriação de tecnologia digital no ensino de Geometria e o conhecimento profissional docente.

As ações no decorrer da investigação foram guiadas pela seguinte questão mais geral:

De que forma a participação em um grupo de estudos de professores dos anos iniciais de escolaridade favorece a apropriação de tecnologia digital no ensino de Geometria e o desenvolvimento do conhecimento profissional docente?

A análise dos dados foi realizada considerando o processo de apropriação de tecnologia digital e os conhecimentos construídos e mobilizados pelas professoras ao longo desse processo. Para ajudar a responder a questão mais geral, estabelecemos outras mais específicas que se completam e envolvem as inter-relações surgidas no contexto do problema, quais sejam:

⇒ **Que contribuições a participação em um grupo de estudos sobre o ensino de Geometria com a utilização de tecnologias digitais pode trazer ao conhecimento profissional docente?**

Durante os encontros, constatamos diversas contribuições que a constituição de um grupo de estudos na escola pode oferecer aos professores. Esta pesquisa confirmou os resultados encontrados por Gimenes (2006), Lima (2009) e Silva (2010) no sentido de que a organização do trabalho por meio de grupo de estudos pode contribuir tanto para os aspectos relacionados à construção de conhecimentos quanto aos que se referem ao contexto educacional em que o professor está inserido. Os dados apreendidos neste estudo apontaram as seguintes contribuições do grupo de estudos para as professoras participantes:

- construção e (re)construção de conceitos geométricos – as professoras tiveram oportunidade de explorar, construir e (re)construir conceitos ligados às figuras planas e espaciais;
- conhecimento de diferentes *software* para o ensino de Geometria – as professoras tiveram oportunidade de conhecer como os conteúdos de Geometria podem ser tratados com os recursos da tecnologia digital;
- reflexão sobre a prática – as professoras refletiram sobre as possibilidades de dinamizar as aulas no laboratório de Informática abordando conceitos matemáticos e de outras disciplinas;
- aprendizagem coletiva – as dificuldades e as possíveis soluções eram discutidas no grupo;
- colocar-se no lugar do aluno – as professoras perceberam as dificuldades que os seus alunos podem passar em determinadas situações quando se depararam com o novo;
- possibilidades de planejar, elaborar e aplicar atividades pedagógicas com recursos tecnológicos digitais – as professoras vivenciaram essas experiências pela primeira vez ao participarem como sujeitos desta pesquisa;
- capacidade – as professoras perceberam que são capazes de utilizar as tecnologias digitais em suas práticas pedagógicas.

É importante destacar que, embora esta pesquisa tenha como foco o grupo de estudo, os dados analisados mostraram características de um grupo colaborativo, conforme os resultados apontados nas pesquisas de Lobo da Costa (2004) e Silva (2010).

⇒ **Quais características dos encontros do grupo são adequadas para promover a apropriação de tecnologias digitais no “ensinar e aprender” Geometria?**

O grupo de estudos tem características próprias. As informações coletadas nesta investigação sinalizaram características significativas no processo de apropriação de tecnologias digitais no “ensinar e aprender” Geometria.

Uma das características fundamentais a ser cogitada foi o envolvimento das professoras durante os encontros. Inicialmente elas estavam um pouco inseguras, com receio de não saber resolver alguma atividade, mas a relação de amizade que se estabeleceu no grupo propiciou um clima de confiança, respeito e aceitação das diferenças, aspectos importantes para alcançar os objetivos propostos. As professoras tinham interesses e objetivos em comum. Esse interesse possibilitou um contato mais próximo entre elas, que foi fortalecido pelo desejo de aprender a utilizar a tecnologia digital no ensino de Matemática.

Nas duas primeiras fases do grupo, observamos que as professoras se ajudavam quando uma delas apresentava dificuldades. Aquela que entendia melhor a proposta fazia intervenções na intenção de ajudar a colega. A ajuda mútua é uma característica que permeia o grupo de estudos e foi contemplada ao longo do nosso trabalho.

Outra característica revelada em nossos encontros refere-se aos momentos de compartilhamento de ideias, principalmente na fase de planejamento e elaboração das atividades. As professoras opinaram sobre a melhor atividade para a respectiva faixa etária dos alunos, deram sugestões sobre o melhor *software*, enfim, ficou evidente, neste estudo, que o grupo proporcionou um espaço de aprendizado e de trocas. Sintetizando, constatamos que o grupo de estudos ofereceu às professoras um ambiente propício ao crescimento pessoal e profissional, por possibilitar o aprendizado, o contato com os colegas, a troca, o compartilhamento de ideias e opiniões, a ajuda mútua, momentos de reflexão e o engajamento nas questões próprias do grupo.

Uma característica essencial para o desenvolvimento das atividades no grupo refere-se à presença do líder. Foi fundamental a mediação do líder nas diferentes fases deste estudo, uma vez que as reflexões geradas dependeram, em grande parte da sua atuação como mediador da aprendizagem. Assim, foi possível perceber que o

grupo de estudos constituído se distanciou da recomendação de Murphy e Lick (1998) sobre o rodízio de líderes. Os autores afirmam que é essencial a mudança de líder em cada encontro, entretanto, pelas características do referido grupo e pela proposta do presente trabalho, ficou evidente, ao longo dos encontros, que a permanência de um único líder foi fundamental para a criação de um ambiente propício à construção de conhecimentos e à busca pela apropriação de tecnologia digital.

É importante destacar também que, além das contribuições para as professoras participantes, esta pesquisa trouxe um crescimento pessoal e profissional expressivo para mim, tanto na condição de pesquisadora e professora como na de membro do grupo. No grupo, aprendi muito durante os encontros, por exemplo: respeitar o tempo e as limitações; saber ouvir o que cada uma tem para falar; ser mais paciente; não desanimar diante das dificuldades e estabelecer parcerias. Na condição de pesquisadora e professora, as ações de preparar as atividades nos *software*, selecionando o conteúdo sobre as figuras espaciais e planas; de orientar e instigar as professoras, de modo que elas tivessem uma postura investigativa; de fazer intervenções e gerar discussões bastante relevantes, contribuíram significativamente para o meu crescimento como professora e pesquisadora em Educação Matemática.

⇒ **Quais reflexões ocorridas no grupo de estudos dão indícios de aprimoramento no conhecimento profissional docente?**

O trabalho no grupo de estudos foi decisivo para investigarmos o processo de apropriação de tecnologia e o conhecimento profissional docente pelas professoras dos anos iniciais de escolaridade. As discussões geradas nesse espaço foram potencializadoras na (re)significação dos conceitos de Geometria referentes às figuras planas e espaciais pelas professoras participantes.

Uma atividade, em que é necessário a professora ter o domínio do conteúdo de Geometria para utilizar uma das ferramentas do *software*, gerou uma discussão acerca da importância de o professor ter o domínio do conteúdo para interagir com a tecnologia digital. Foi percebido também pelo grupo que, além do domínio da matéria, o domínio da tecnologia digital em uso é essencial para que ocorra a interação professor - tecnologia.

As reflexões sobre as propriedades e características das figuras espaciais e planas possibilitaram às professoras a retomada de conceitos que não viam há muito tempo. Em uma das reflexões, elas foram levadas a identificar as diferenças entre o quadrado e o cubo, o triângulo e o prisma de base triangular, o retângulo e o paralelepípedo e, por fim, o círculo e o cilindro. A reflexão para retomada desses termos foi relevante, uma vez que era necessário discutir no grupo os erros conceituais - para a construção adequada do conhecimento sobre esses objetos e para a compreensão das professoras quanto às diferenças da terminologia das figuras espaciais e planas.

Outra atividade propiciou a reflexão sobre a forma como algumas figuras planas foram construídas no *software Régua e Compasso*. As professoras foram instigadas a observar o “comportamento” de cada uma das figuras quando utilizaram o recurso “arrastar” para mover os pontos livres. Elas verificaram, em uma das construções, que as propriedades das figuras não foram preservadas. Para tal verificação, foi necessária a retomada das propriedades de cada figura desenhada. Essas reflexões mostraram que este estudo corroborou o que já havia sido pesquisado por Poloni (2010) quando afirmou que as representações das figuras com a utilização de *software* possibilita a superação de dificuldades e a (re)construção de conceitos geométricos pelas professoras.

Algumas reflexões ocorridas no grupo relacionaram-se à adequação dos *software* utilizados para os alunos dos anos iniciais. Elas refletiram sobre as características dos aplicativos, ressaltando a complexidade de cada um deles. Essa discussão só foi possível porque as professoras tinham o conhecimento da forma como os conceitos podem ser abordados nos aplicativos e de como cada um deles pode influenciar na compreensão dos conceitos pelos alunos. Tais conhecimentos estão relacionados ao **conhecimento tecnológico do conteúdo** e ao **conhecimento pedagógico tecnológico**. O grupo deu oportunidade às professoras de ter momentos de reflexão sobre o ensino de Geometria com utilização de tecnologias digitais. Momentos esses entremeados por questionamentos construtivos e pela postura investigativa. Nesse processo, elas puderam se despir de medos, de incertezas e de resistências, além de poder estabelecer parcerias.

Verificamos, então, que as reflexões ocorridas no decorrer dos encontros mostraram a importância do grupo de estudos como um espaço de reflexão entre os pares, ratificando que a reflexão compartilhada no grupo favorece o aprimoramento

no conhecimento profissional docente. Esta investigação confirma os resultados encontrados na pesquisa de Ando (2012) de que a reflexão compartilhada no grupo pode impulsionar o desenvolvimento do conhecimento profissional docente.

Ficou claro também que a participação das professoras no grupo de estudos, assim como as reflexões oriundas dos encontros e as características inerentes a ele, favoreceram o processo de apropriação de tecnologia digital no ensino de Geometria e o desenvolvimento do conhecimento profissional docente. No entanto, é importante destacar que o universo de sujeitos desta pesquisa foi bem reduzido e não se pode generalizar, uma vez que as reflexões afluídas e as atividades planejadas foram específicas deste grupo.

A pesquisa indicou que a interação com os *software* possibilitou às professoras conhecer a sua natureza, vislumbrar possibilidades e limitações e relacioná-lo à utilidade que possui em suas práticas pedagógicas. As ações com os aplicativos proporcionaram-lhes um movimento de apropriação, na medida em que a experiência suscitou uma modificação da estrutura geral dos processos de comportamento e do reflexo, formando novos modos de comportamento. O desenvolvimento das habilidades e competências para o uso de tecnologias digitais aconteceu gradativamente e os recursos dos *software* foram apresentados enquanto os conceitos geométricos eram explorados.

O modelo *TPACK*, de Koehler e Mishra (2009), nos possibilitou buscar, nas interações das professoras com a tecnologia digital, indícios de apropriação. Entretanto, considerando os níveis propostos por Niess et al (2009), não foi nossa intenção enquadrar as professoras em determinado nível, pois acreditamos que o transcurso de um nível para outro não é linear, ou seja, uma professora pode ter atingido diferentes níveis relacionados a algumas experiências no grupo de estudos, mas também pode retroceder ou mesmo avançar algum nível, dependendo da situação vivenciada.

A figura 33 mostra a relação que estabelecemos entre a apropriação da tecnologia digital e o *TPACK*.

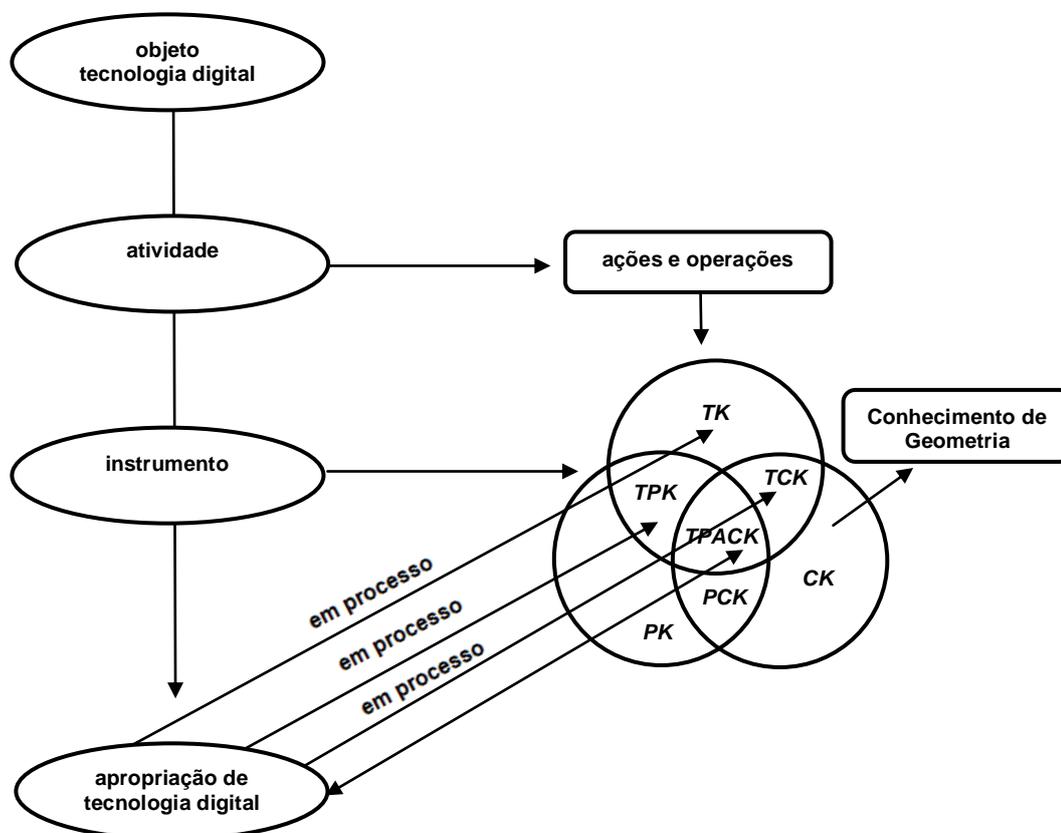


Figura 33: Relação entre a apropriação de tecnologia digital e o *TPACK*
Fonte: Acervo Pessoal

Observamos, no esquema (figura 33), que a interação entre o sujeito e a tecnologia digital promove a mobilização de alguns conhecimentos, e essa interação se dá a partir da atividade do indivíduo com o objeto (tecnologia digital). Ao se apropriar de tecnologias digitais, utilizando-as corretamente, formam-se no professor ações e operações necessárias ao seu uso. Assim, no decorrer das atividades do grupo, as ações e operações mobilizadas pelas professoras, necessárias ao contexto, estão relacionadas aos conhecimentos que emergiram das professoras: o **conhecimento de Geometria**, o **conhecimento tecnológico**, o **conhecimento tecnológico do conteúdo** e o **conhecimento pedagógico tecnológico**. Entretanto, nesse processo, a apropriação da tecnologia digital ainda está em evolução. Na nossa concepção, a partir do estudo realizado, tal apropriação só se configura efetivamente no momento em que as professoras entrelaçam os componentes – conteúdo, pedagogia e tecnologia - e produzem o **conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo (TPACK)**.

Apresentamos na figura 34, o esquema que nos auxilia na compreensão do processo de apropriação de tecnologia digital no grupo de estudos. Nele, vemos registrado, no interior do retângulo pontilhado, os conhecimentos mobilizados pelas professoras ao longo desta pesquisa. Exterior ao retângulo está indicado o conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo (*TPACK*), representando a nossa crença de que, nesse processo, a apropriação de tecnologia digital pelas professoras está em evolução.

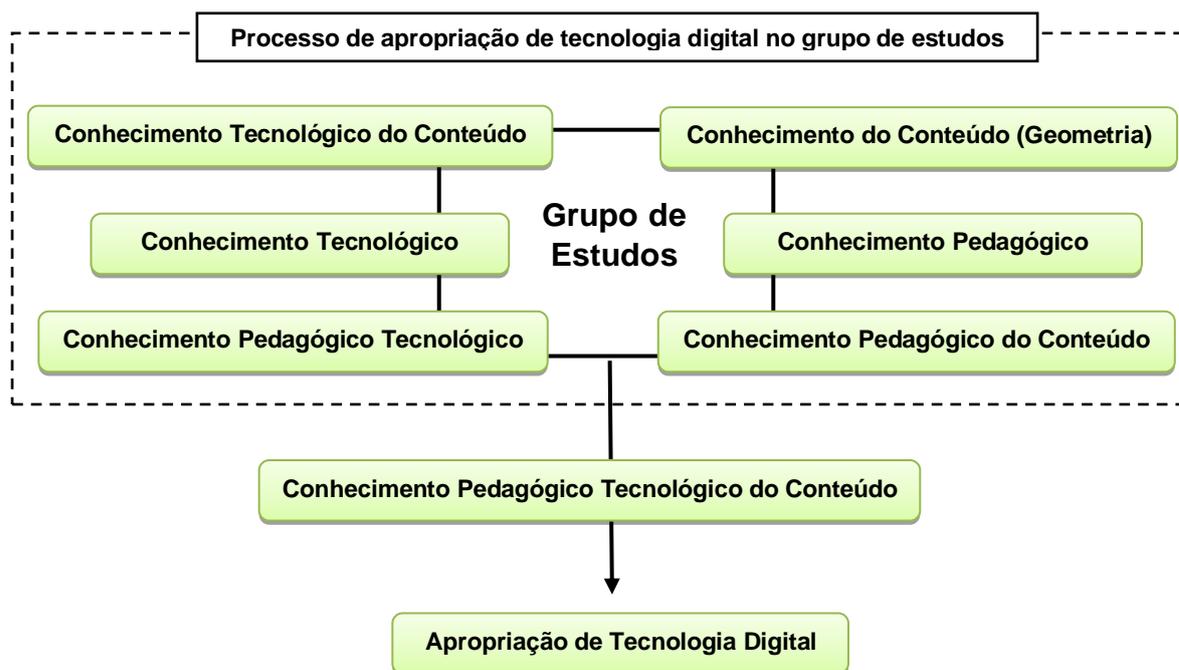


Figura 34: Processo de apropriação de tecnologia digital no grupo de estudos
Fonte: Acervo Pessoal

Comprovamos, na prática, que as estratégias aplicadas ao longo dos encontros do grupo contribuiriam para iniciar o processo de apropriação, mas não nos garantem que as professoras se apropriem dos recursos apresentados se não houver uma continuidade na proposta. Ficou evidente que a disposição para aprender (professor-aprendiz) e a relação que as professoras têm com a sua aprendizagem são aspectos importantes que favoreceram a evolução da apropriação das tecnologias digitais no decorrer da pesquisa.

Diante do exposto, podemos propor futuras pesquisas com um grupo de estudos como um processo de formação continuada, de modo a buscar:

- ⇒ o envolvimento da equipe gestora e da comunidade escolar;
- ⇒ um espaço mais personalizado para os encontros;

- ⇒ uma formação contextualizada e em consonância com o desenvolvimento do plano curricular;
- ⇒ um cronograma de encontros compatível com o ano letivo;
- ⇒ uma proposta de elaboração de atividades no grupo, aplicação na turma e retorno ao grupo com resultados para discussão;
- ⇒ um número maior de participantes;
- ⇒ continuidade ao longo do ano, com atualizações constantes dos participantes;
- ⇒ estabelecer relação entre as representações visuais: tecnologia digital e material manipulativo;

Finalmente, vale destacar que não temos a pretensão de apontar o modelo ideal para utilização pedagógica das tecnologias digitais no ensino de Geometria, uma vez que a ideia deverá se adequar à realidade de cada escola, mas esperamos que os resultados aqui apresentados sejam observados e possam auxiliar o desenvolvimento de futuras pesquisas na linha de formação de professores que ensinam Matemática. Esperamos também que os aspectos sinalizados como resultado deste estudo possam contribuir para o professor analisar a sua realidade como educador e, em um processo de reconstrução do saber, implementar inovações e mudanças em suas práticas pedagógicas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. E. B. de. **ProInfo: Informática e Formação de Professores**. Secretaria de Educação a Distância. Brasília: Ministério da Educação, SEED, 2000. 192 p. (Série de Estudos. Educação a Distância)

_____. M. E. B. de; VALENTE, J. V. **Tecnologias e currículo: trajetórias convergentes ou divergentes?** São Paulo: Paulus, 2011. 94 p. (Coleção Questões Fundamentais da Educação, 10).

ALVES, G. de S. **O uso de software de Geometria Dinâmica para o desenvolvimento de habilidades cognitivas: uma aplicação em alunos do ensino médio**. 2004. 270 f. Dissertação (Mestrado em Informática) – Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

ANDO, R. de S. J. **Formação Continuada e ensino de Álgebra: reflexão de professores da Educação Básica sobre itens do SARESP**. 2012. 150 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Bandeirante de São Paulo, São Paulo, 2012.

BAGÉ, I. B. **Proposta para a prática do professor do Ensino Fundamental I de noções básicas de Geometria com o uso de Tecnologias**. 2008. 199 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Pontifícia Universidade Católica São Paulo, São Paulo, 2008.

BALACHEFF, N.; KAPUT, J. Computer-Based Learning Environments in Mathematics. In: Bishop *et al.* (Eds.), **International Handbook of Mathematics Education**, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1996. p. 469-501.

BALL, D. L.; THAMES, M. H.; PHELPS, G. Content Knowledge for Teaching: What Makes It Special? **Journal of Teacher Education**, v. 59, n. 5, p. 389-407, 2008.

BARBOSA, C. P. **O pensamento geométrico em movimento: um estudo com professores que lecionam Matemática nos anos iniciais do ensino fundamental de uma escola pública de Ouro Preto (MG)**. 2011. 186 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

BATISTA, C. M. de S. **Percepções e conhecimentos de professoras que ensinam matemática nos anos iniciais do ensino fundamental acerca do**

ensino de números e operações. 2012. 148 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2012.

BOAVIDA, A. M.; PONTE, J. P. Investigação colaborativa: potencialidades e problemas. In: GTI (Org.), **Refletir e investigar sobre a prática profissional.** Lisboa: APM, p. 43-55, 2002. Disponível em: <[http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/02-Boavida-Ponte\(GTI\).pdf](http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/02-Boavida-Ponte(GTI).pdf)>. Acesso em: 15 de set. de 2012.

BOESING, C. **A prática da pesquisa nas aulas de Matemática:** vivências de professores do Ensino Fundamental que integram um grupo de estudos. 2009. 108 f. Dissertação (Mestrado em Educação, Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação:** uma introdução à teoria dos métodos. Portugal: Porto Editora, 1994. 317 p.

BOLZAN, D. P. V. **Formação de professores:** compartilhando e reconstruindo conhecimentos. Porto Alegre: Mediação, 2002.

BORGES, C. Saberes docentes: diferentes tipologias e classificações de um campo de pesquisa. **Educação & Sociedade**, ano XXII, n. 74, p.59-76, abr. 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/es/v22n74/a05v2274.pdf>>. Acesso em: 8 nov. de 2012.

BORGES, M. A. F. **Apropriação das tecnologias de informação e comunicação pelos gestores educacionais.** 2009. 321 f. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 2009.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** Matemática. Brasília: MEC/ SEF, 1997. 142 p.

CANDAU, V. M. Informática na Educação: um desafio. **Tecnologia Educacional**, Rio de Janeiro, v.20, n.98/99, p.14-23, jan./abr., 1991.

CARVALHO, M. L. de O. **Representações planas de corpos geométricos tridimensionais:** uma proposta de ensino voltada para a codificação e decodificação de desenhos. 2010. 243 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Universidade Federal de Ouro Preto, ouro Preto, 2010.

COLÉGIO PEDRO II. **Projeto Político Pedagógico**. Brasília: INEP/MEC, 2002. 400 p.

COSTA, M. L. C. da. **Colaboração e grupo de estudos**: perspectivas para o desenvolvimento profissional de professores de Matemática no uso de tecnologia. 2011. 202 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2011.

COWPER, W. Exploring drag-mode geometry. In: **Discovering Geometry with a computer – Using Cabri Géomètre**. Heinz Schumann and David Green. Ed. Chartwell-Bratt, 1994.

CUNHA, M. I. da. A docência como ação complexa: o papel da didática na formação de professores. In: ROMANOWSKI, J. P.; MARTINS, P. L. O.; JUNQUEIRA, S. R. A. **Conhecimento local e conhecimento universal**: pesquisa, didática e ação docente. Curitiba: Champagnat, 2004. p. 31-42.

D'AMBRÓSIO, U. História da Matemática: questões historiográficas e políticas e reflexos na Educação Matemática. In: BICUDO, M. A. V. **Pesquisa em Educação Matemática**: concepções e perspectivas. São Paulo: Editora UNESP, 1999. cap.8, p.97-115.

DOWBOR, L. **Tecnologias do Conhecimento**: os desafios da educação. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001. 85 p.

DUMONT, A. H. **Um estudo de casos sobre aspectos do conhecimento profissional de professoras que ensinam Geometria em turmas de quarta série**. 2008. 57 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

ESPÍNDOLA, M. B.; STRUCHINER, M. y GIANNELLA, T.R. Integração de Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino: Contribuições dos Modelos de Difusão e Adoção de Inovações para o campo da Tecnologia Educacional. **Revista Latinoamericana de Tecnologia Educativa - RELATEC**, v. 9, n.1, p. 89-106, 2010. Disponível em: <<http://campusvirtual.unex.es/revistas/index.php/relatec/article/view/612/444>>. Acesso em 20 de julho de 2013.

ETCHEVERRIA, T. C. **Educação continuada em grupos de estudos**: possibilidades com foco no ensino da Geometria. 2008. 102 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

FAGUNDES, L. da C. **Materiais manipulativos no ensino de matemática a crianças de 7 a 14 anos:** período das operações concretas. Palestra proferida no Seminário Nacional sobre recursos audiovisuais no Ensino de 1º Grau, Brasília, 1977. Disponível em: <http://www.pead.faced.ufrgs.br/sites/publico/eixo4/matematica/livros/leituras/01_materias_manipulativos.htm>. Acesso em 25 de setembro de 2012.

_____. Fonte inesgotável de recursos transformadores da sociedade. **Revista Pátio**, Porto Alegre, ano 5, n. 18, p.61-62, ag./out. 2001.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em Educação Matemática:** percursos teóricos e metodológicos. Campinas, SP: Autores Associados, 2006. 226 p. (Coleção Formação de Professores).

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia:** saberes necessários à prática educativa. 24. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2002. 165 p.

FREIRE, R. S. **Desenvolvimento de conceitos algébricos por professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental.** 2011. 180 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2011.

FREUDENTHAL, H. **Mathematics as an education task.** Dordrecht: Reidel Publishing Company, 1973.

GARNICA, A. V. M. A História Oral como recurso para a pesquisa em Educação Matemática: um estudo do caso brasileiro. In: V CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2005, Porto. **Anais...** São Paulo: Universidade estadual Paulista, 2005. p.1-12.

GAUTHIER, C.; MARTINEAU, S.; DESBIENS, J. F.; MALO, A.; SIMARD, D. Por uma teoria da pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente. Ijuí: Editora Unijuí, 1998.

GIESTA, N. C. **Cotidiano escolar e formação reflexiva do professor:** moda ou valorização do saber docente? Araraquara, SP: JM Editora, 2001. 224 p.

GIMENES, J. **Contribuições de um grupo de estudos para a formação matemática de professoras que lecionam nas séries iniciais.** 2006. 113 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

_____; PENTEADO, M.G., Aprender Matemática em grupo de estudos: uma experiência com professoras de séries iniciais. **Zetetiké**, Unicamp, v.16, n.29, p.73-92, 2008.

GRAVINA, M. A. Geometria Dinâmica: uma nova abordagem para o aprendizado da Geometria. In: VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 1996, Belo Horizonte. **Anais ...** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996. p.1-13.

_____. **Os ambientes de geometria dinâmica e o pensamento hipotético-dedutivo**. 2001. 277 f. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

GREENWOOD, D.; LEVIN, M. Reconstructing the relationships between universities and society through action research. In: DENZIN, D.; LINCOLN, Y. **Eds Handbook for Qualitative Research**. 2nd ed. Thousand Oaks, California: Sage Publications Inc., 2000. p. 85 – 106.

GUTIÉRREZ, A. **Visualization in 3-Dimensional Geometry**: In Search of a Framework. University of Valence, Spain, 1996. Disponível em: <<http://www.uv.es/Angel.Gutierrez/archivos1/textospdf/Gut96c.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2012.

_____. Las Representaciones Planas de Cuerpos 3-Dimensionales en la Enseñanza de la Geometría Espacial. **Revista EMA**, v. 3, n. 3, p. 193-220, 1998. Disponível em: <<http://www.uv.es/Angel.Gutierrez/archivos1/textospdf/Gut98a.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2013.

_____. **La investigación sobre enseñanza y aprendizaje de la geometría**, 2006. Disponível em: <http://www.altascapacidades.org/uploads/6/3/7/5/6375624/ensenanza_aprendizaje_geometria.pdf>. Acesso em 21 mai. 2013.

KALEFF, A. M. **Vendo e entendendo poliedros**: do desenho ao cálculo do volume através de quebra cabeças geométricos e outros materiais concretos. 2. ed. Rio de Janeiro: EDUFF, 2003. 209 p. (Série Conversando com o professor sobre Geometria, v. 2).

_____. Tomando o ensino de Geometria em nossas mãos. **Educação Matemática em Revista**, São Paulo, ano 1, n. 2, p. 19-25, 1994.

KOEHLER, M. J.; MISHRA, P. What is technological pedagogical content knowledge? **Contemporary Issues in Technology and Teacher Education**, v.9, n. 1, p. 60-70, 2009.

LEONTIEV, A. **O desenvolvimento do psiquismo**. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2004. 353 p.

LÉVY, P. Entrevista. **Revista Pátio**, Porto Alegre, ano 5, n. 18, p.28-31, agos./out. 2001.

LIMA, H. G. G de; COSTA, D. M. B. **Desenvolvimento de um software para o aprendizado de Geometria Descritiva**. 2007. Disponível em: <http://www.degraf.ufpr.br/artigos_graphica/DESENVOLVIMENTODEUMSOFTWARE.pdf>. Acesso em 27 de junho de 2013.

LIMA, L. F. **Grupo de estudos de professores e a produção de atividades matemáticas sobre funções utilizando computadores**. 2009. 174 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.

LOBO DA COSTA, N. M. **Formação de professores para o ensino da matemática com a Informática integrada à prática pedagógica**: exploração e análise de dados em bancos computacionais. 2004. 300 f. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 2004.

_____; PIETROPAOLO, R. C.; SILVA, A. C. O uso de tecnologia na formação do professor de Matemática pode auxiliar na produção de mudanças em sua prática pedagógica? In: Colóquio de História e Tecnologia no Ensino de Matemática, IV, 2008, Rio de Janeiro, RJ. Anais, 2008. p. 1-10. (ISBN: 978-85-61545-02-4)

_____. Reflexões sobre Tecnologia e Mediação Pedagógica na Formação do Professor de Matemática. In: BELINE, W.; LOBO DA COSTA, N. M. **Educação Matemática, Tecnologia e Formação de professores**: algumas reflexões. Campo Mourão: Editora da FECILCAM, 2010. cap. 3, p. 85-116.

LORENZATO, S. Por que não ensinar Geometria? **Educação Matemática em Revista**, SBEM, São Paulo. n. 4, p. 3-13, 1995.

LUCCI, M. A. A proposta de Vygotsky: a psicologia sóciohistórica. Profesorado. **Revista de curriculum y formación del profesorado**, v.10, n. 2, p. 1-11, 2006. Disponível em: <<http://www.ugr.es/~recfpro/rev102COL2port.pdf>>. Acesso em 13/07/2013.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. 6. Ed. São Paulo: EPU, 2003. 128 p. (Temas Básicos de Educação e Ensino).

MÄDCHE, F. C.; MALLMANN, T. Grupo de estudos: o sonho que se sonha em conjunto se torna realidade. São Leopoldo: Unisinos; Brasília: MEC, 2006. (Práticas Pedagógicas em Matemática nos Anos Finais: caderno do professor coordenador de grupo de estudos).

MARCHI, V. D. **Um grupo de estudos de professores de matemática e a exploração de conteúdos de geometria euclidiana em webquest**. 2011. 172 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Bandeirante de São Paulo, São Paulo, 2011.

MARCOLLA, V. **As tecnologias de informação e comunicação na prática pedagógica de professores do curso técnico integrado do PROEJA**. 2011. 155 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2011.

MASETTO, M. T. Professor universitário: um profissional da educação na atividade docente. In: ____ **Docência na Universidade**. Campinas, SP: Papirus, 1998. p. 9-26.

MATHISON, S. Why Triangulate? **Educational Researcher**, v. 17, n. 2, p.13-17, 1988. Disponível em:
<<http://blsciblogs.baruch.cuny.edu/com9640/files/2010/08/whytriangulate.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2012.

MENDES, J. L. de S.; CARVALHO, J. V.; CARVALHO, C. V. A. CONSTRUFIG3D: uma ferramenta computacional para apoio ao ensino da Geometria Plana e Espacial. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 5, p. 1-11, 2007.

MIGUEL, A.; MIORIM, M. A. **O ensino de Matemática no 1º grau**. São Paulo: Atual, 1986.

MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. Technological Pedagogical Content Knowledge: A framework for teacher knowledge. **Teachers College Record**, v.108, n. 6, p. 1017-1054, 2006.

MITCHELMORE, M. C. Prediction of Developmental Stages in the Representation of Regular Space Figures. **Journal For Research In Mathematics Education**, Reston, v. 11, n. 2, p.83-93, mar. 1980.

Disponível em: <<http://www.uv.es/Angel.Gutierrez/archivos1/doctorado/IPMG5.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2013.

MOERSCH, C. Levels of technology implementation (LoTI): a framework for measuring classroom technology use. **Learning and Leading with Technology**, v.23, n.3, p.40-42, 1995.

_____. Next Steps: Using LoTi as a Research Tool. **Learning & Leading with Technology**, v.29, n.3, p.22-27, 2001.

MORAES, M. C. **O paradigma educacional emergente**. 8. ed. São Paulo: Papirus, 2002. 239 p.

MORIN, E. **Os sete saberes à educação do futuro**. 2. ed. São Paulo: Cortez, Brasília, DF: UNESCO, 2000. 118 p.

MURPHY, C.; LICK, D. **Whole faculty study groups**: A powerful way to change schools and enhance learning. Califórnia: Corwin, 1998. 188 p.

NACARATO, A. M.; PASSOS, C. L. B. **A Geometria nas Séries Iniciais**: Uma análise sob a perspectiva da prática pedagógica e da formação de professores. São Carlos: EdUFSCar, 2003. 151 p.

NASSER, L.; TINOCO, L.(Coords.). **Curso básico de geometria**: enfoque didático. 3 ed. Rio de Janeiro: UFRJ/IM. Projeto Fundação, 2004. v. 3. 125 p.

NISS, M. L.; RONA, R. N.; SHAFER, K. G.; DRISKELL, S. O.; HARPER, S. R.; JOHNSTON, C.; BROWNING, C.; ÖZGÜN-KOCA, S. A.; KERSAINT, G. Mathematics Teacher TPACK Standards and Development Model. **Contemporary Issues in Technology and Teacher Education**, v. 9, n. 1, p. 4-24, 2009.

OLIVEIRA, M. K. de. **Vygotsky**: aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico. 4. ed. São Paulo: Scipione, 2004.111 p.

PAIS, L. C. Intuição, Experiência e Teoria Geométrica. **Zetetiké**, UNICAMP-SP, v. 4, n. 6, p. 65-74, jul./dez.1996.

PAIXÃO, V. **Mathlets**: Possibilidades e Potencialidades para uma abordagem dinâmica e questionadora no ensino de Matemática. 2008. 91 f. Dissertação

(Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

PAPERT, S. **Logo**: Computadores e Educação. 2. ed. São Paulo: Brasiliense, 1986. 254 p.

_____. **A Máquina das Crianças**: repensando a escola na era da Informática. ed. rev. Porto Alegre: Artes Médicas, 2008. 224 p.

PARAIZO, R. F. Ensino de geometria espacial com utilização de vídeos e manipulação de materiais concretos – um estudo no ensino médio. 2012. 196 f. (Dissertação em Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

PARZYSZ, B. "Knowing" vs "Seeing": Problems of the Plane Representation of Space Geometry Figures. **Educational Studies in Mathematics**, New York, v. 19, n. 1, p.79-92, 1988.
Disponível em: <<http://www.uv.es/Angel.Gutierrez/archivos1/doctorado/IPMG5.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2013.

PAVANELLO, R. M. A. A Geometria nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental: contribuições da pesquisa para o trabalho escolar. In:____. **Matemática nas séries iniciais do ensino fundamental**: a pesquisa e a sala de aula. Biblioteca do Educador Matemático. São Paulo: SBEM, 2004, cap. 6, p.129-143. (Coleção SBEM, 2).

PENTEADO, M. G. Redes de trabalho: expansão das possibilidades da informação na educação matemática da escola básica. In: Bicudo, M. A. V.; Borba, M. C. **Educação Matemática**: pesquisa em movimento. São Paulo: Editora Cortez, 2012, p. 308-320.

PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 2000. 162 p.

PIAGET, J. **Seis estudos de Psicologia**. 24. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2004. 136 p.

PIMENTA, S. G. Formação de professores: saberes da docência e identidade do professor. In: FAZENDA, I. **Didática e interdisciplinaridade**. Campinas: Editora Papyrus, 1998. cap. 9, p.161-178.

PIRES, C. M. C.; CURI, E.; CAMPOS, T. M. M. **Espaço e Forma**: a construção de noções geométricas pelas crianças das quatro séries do Ensino Fundamental. São Paulo: PROEM, 2001. 286 p.

POLONI, M. Y. **Formação do professor do Ensino Fundamental – Ciclo I**: uma investigação com o uso de geometria dinâmica para a (re) construção de conceitos geométricos. 2010. 242 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Bandeirante de São Paulo, São Paulo, 2010.

PONTE, J. P.; Concepções dos Professores de Matemática e Processos de Formação. In: BROWN, M.; FERNANDES, D.; MATOS, J. F; PONTE, J. P. **Educação Matemática**. Lisboa: IEE, 1992, p.185-239.

PRADO, M. E. B. B. **O uso do computador na formação do professor**: um enfoque reflexivo da prática pedagógica. 1996. 189f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996.

_____. **O uso do computador na formação do professor**: um enfoque reflexivo da prática pedagógica. MEC/SEED/ProInfo, 1999. (Coleção Informática para a Mudança em Educação)

_____; LOBO DA COSTA, N. M. Grupo de estudos e o professor de Matemática: revendo a prática no contexto escolar. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 5. **Anais**: ISBN: 978-85-98092-15-7. GT 07. Petrópolis. 2012. p.1-17.

RICHIT, A. **Apropriação do conhecimento pedagógico-tecnológico em Matemática e a formação continuada de professores**. 2010. 279 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.

RODRIGUEZ, C. L. **O movimento de apropriação das tecnologias de informação e comunicação (tic) por adultos escolarizados em exercício de sua profissão**: um estudo com agentes comunitários da saúde. 2006. 196 f. Dissertação (Mestrado em Multimeios) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

SANDHOLTZ, J. H.; RINGSTAFF, C.; DWYER, D. C. **Ensinando com tecnologia**: criando salas de aula centradas nos alunos; trad. Marco Antonio Guirado Domingos - Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.195 p.

SHULMAN, L. S. Those who understand: Knowledge growth in the teaching. **Educational Researcher**, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

_____. Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. **Harvard Educational Review**, v. 57, n. 1, p. 1-23, 1987.

SILVA, G. H. G. da. **Grupos de estudo como possibilidade de formação de professores de Matemática no contexto da geometria dinâmica**. 2010. 191 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.

SILVA, J. J. da. **O software Régua e Compasso como recurso metodológico para o ensino de Geometria Dinâmica**. 2011. 121 f. Dissertação (Mestrado profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2011.

SILVA, S. A. F. da. **Aprendizagens de professoras num grupo de estudos sobre matemática nas séries iniciais**. 2009. 363 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2009.

TARDIF, M.; LESSARD, C.; LAHAYE, L. Os professores face ao saber: esboço de uma problemática do saber docente. **Teoria e Educação**. Porto Alegre: Panônica Editora, nº 4, p. 215-233, 1991.

THOMPSON, A. D.; MISHRA, P. Breaking news: TPCK becomes TPACK! **Journal of Computing in Teacher Education**, v. 24, n. 2, p. 38-64, 2007-2008.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1992. 176 p.

VALENTE, J. A. (Org.) **Por que o computador na Educação**. Campinas: Gráfica da UNICAMP, 1993.

_____. (Org.) **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas, São Paulo. Campinas: NIED, 1999. 156 p.

VIEIRA, E. R.; LOBO DA COSTA, N. M. Momentos da professora La Reine em um grupo de estudos sobre ensino de Geometria com tecnologia digital. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA, 7. Montevideo. **Anais: ISSN 2301-0797**, 2013. p. 5 352-5 359.

_____. **O laboratório de informática e a sala de aula:** um desafio no cotidiano escolar. 2003. 181 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Católica de Petrópolis, Petrópolis, RJ, 2003.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente:** o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 6 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998. 191 p.

ZAMBON, A. E. C. **A Geometria em cursos de Pedagogia da Região de Presidente Prudente-SP.** 2010. 237 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2010.

ZULATTO, R. B. A. **Professores de Matemática que utilizam softwares de Geometria Dinâmica:** suas características e perspectivas. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário inicial para as professoras participantes do grupo de estudos

1. Nome:

2. Idade: () até 20 anos () de 21 a 30 anos () de 31 a 40 anos () de 41 a 50 anos

3. Sexo: () Feminino () Masculino

4. Tempo de formado:

5. Licenciado na rede: () Privada () Municipal () Estadual () Federal

6. Graduação:

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

Magistério

Pedagogia

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

Normal Superior

Outros. Especificar:

7. Tempo de atuação como professor:

8. Ano escolar em que leciona atualmente:

9. Quanto tempo leciona nessa escola?

10. Trabalha em outra escola? () Sim () Não

11. Dentre os temas apresentados nos Parâmetros Curriculares Nacionais, assinale o(s) que você se sente mais preparado para ensinar:

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

Espaço e Forma

Grandezas e medidas

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

Números e Operações

Tratamento da Informação

12. Como lhe foi ensinado os conteúdos de Geometria durante a sua escolaridade?

13. A partir de que ano você acha importante trabalhar com seus alunos os conteúdos de Geometria?
.....

14. Que conteúdos de Geometria você considera importante abordar na sala de aula?

15. Qual o seu conhecimento em relação à tecnologia?

<input type="checkbox"/>

Insuficiente

<input type="checkbox"/>

Regular

<input type="checkbox"/>

Bom

<input type="checkbox"/>

Ótimo

16. Já fez algum curso de Informática?

<input type="checkbox"/>

Sim. Quais?

<input type="checkbox"/>

Não.

17. Você utiliza o computador para desenvolver atividades de Matemática com seus alunos?

a. Em caso negativo. Por quê?

b. Se sim. Com que frequência? Cite um conteúdo e a forma como ele foi trabalhado.

18. Que atividades, envolvendo a Matemática, são sugeridas no laboratório de Informática para a sua turma?
Quem sugere?

19. Que conhecimentos você necessita para utilizar o computador nas aulas de Matemática?

20. Agora, assinale o(s) tema(s) que você gostaria que fosse(m) implementado(s) no laboratório de Informática:

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

Espaço e Forma

Grandezas e medidas

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

Números e Operações

Tratamento da Informação

APÊNDICE B – Entrevista

Entrevista⁸⁰

1. Os encontros foram suficientes para atender às necessidades do grupo de estudos? Em caso negativo, o que você sugere?
2. Em relação à metodologia adotada, as interações no grupo promoveram reflexões sobre o tema abordado? Em caso positivo, descreva algumas.
3. A constituição de um grupo de estudos proporcionou a colaboração entre os pares? De que forma?
4. Você considera que essa metodologia provocou reflexões sobre a sua prática e a de suas colegas? Em caso positivo, descreva algumas.
5. A metodologia adotada influenciará o seu trabalho com outras disciplinas? Como?
6. Durante a aplicação das atividades, você modificou alguma iniciativa planejada a priori?
7. As discussões e reflexões surgidas no grupo de estudo contribuíram para o desenvolvimento do conhecimento profissional? Em caso positivo, como?
8. Para você, que conhecimentos foram gerados durante os encontros do *GEGETEC*?
9. Na atual estrutura de aulas no Laboratório de Informática de sua Unidade Escolar, é possível o professor desenvolver um trabalho utilizando esses aplicativos? Por quê?
10. Você acredita que essa experiência acarretará alguma mudança nas práticas de Geometria de sua escola? Em caso negativo, justifique. Em caso positivo, quais seriam essas mudanças?
11. Para você, o que mais marcou nos encontros do *GEGETEC*?
12. Observamos que no período da pesquisa apenas uma professora compareceu a todos os encontros. Comente sobre esse fato.
13. Comente sobre o seu sentimento em relação à pesquisadora desde os primeiros encontros do grupo de estudo.
14. Comente sobre o seu sentimento em relação às colegas desde os primeiros encontros do grupo de estudo.

⁸⁰ Entrevista semiestruturada elaborada para aplicação nesta pesquisa.

APÊNDICE C – Fichas com as reflexões iniciais e finais**PRIMEIRAS REFLEXÕES**⁸¹

NOME:

1) Por que você resolveu participar dessa pesquisa?

.....
.....

2) O que você espera ao final desse trabalho?

.....
.....3) Qual a sua primeira impressão ao explorar as ferramentas do *SketchUp*?.....
.....4) Para você, esse *software* contribui para desenvolver nos alunos a habilidades de visualizar figuras espaciais, reconhecendo os seus elementos e percebendo semelhanças e diferenças entre elas? Justifique sua resposta......
.....

5) Esses encontros estão provocando reflexões matemáticas e didáticas em suas práticas? De que forma?

.....
.....6) Em algum momento você se sentiu insegura ao utilizar esse *software*? Em caso positivo, que tipo de insegurança?.....
.....

⁸¹ Reflexões elaboradas para aplicação nesta pesquisa.

REFLEXÕES FINAIS

NOME:

1) Comente sobre como você se sentiu ao conhecer as ferramentas e realizar as atividades no:

SketchUp:

Régua e Compasso:

ConstruFig3D:

2) As atividades desenvolvidas atenderam as suas expectativas?

3) Quais os conteúdos de Geometria que você sentiu mais dificuldade ao realizar as atividades?

.....

4) A partir das reflexões do grupo, foi possível esclarecer as dúvidas referentes aos conteúdos de Geometria?

.....

5) Alguns saberes foram necessários para a elaboração das atividades. Você considera que a falta de conhecimento do conteúdo pode constituir um obstáculo na sua interação com o *software*? Justifique.

.....

6) E o desconhecimento das ferramentas do *software* constitui um obstáculo para a realização de propostas pedagógicas no laboratório de Informática? Justifique.

7) Você encontrou dificuldades ao elaborar as atividades no grupo? Em caso positivo, foi em relação aos *software* utilizados ou aos conteúdos de Geometria?

8) Você encontrou dificuldades ao aplicar as atividades elaboradas pelo grupo? Em caso positivo, cite algumas.

.....

9) Como você se sentiu, ao tomar a iniciativa, dinamizar e mediar a aula no laboratório de Informática?

.....

10) Você se sente mais preparado para elaborar e aplicar atividades de Geometria utilizando o computador? Por quê?

11) Em sua opinião, a partir das reflexões surgidas no grupo de estudo, que domínios o professor deve ter para propor atividades de Geometria num ambiente informatizado?

12) Os *software* para o ensino de Geometria apresentados possibilitam o desenvolvimento das competências e habilidades propostas no bloco de conteúdos *Espaço e Forma*?

13) Você considera que os *software* para o ensino de Geometria utilizados são adequados para as crianças dos anos iniciais do Ensino Fundamental? Justifique cada um.

SketchUp:

Régua e Compasso:

ConstruFig3D:

14) Dentre os aplicativos apresentados, por que você escolheu o *SketchUp* para elaborar as atividades?

.....

15) Em relação à idade, o que você achou da habilidade dos seus alunos ao explorarem o *SketchUp*?

.....

APÊNDICE D – Pesquisa de interesse ⁸² para participação no grupo de estudos

Registre seu nome e e-mail se você se interessar em participar do grupo de estudos:

Nome: e-mail:

1) Interesse em participar do grupo de estudos:

sim () não ()

2) Preferência do dia da semana para o encontro do grupo:

segunda-feira () terça-feira () quarta-feira ()

quinta-feira () sexta-feira ()

3) Preferência de horário:

manhã: 10h30min às 12h () tarde: 13h às 14h30min ()

tarde: 12h30min às 14h () manhã ou tarde ()

4) Preferência de Unidade Escolar:

Engenho Novo I () Humaitá I () São Cristóvão I ()

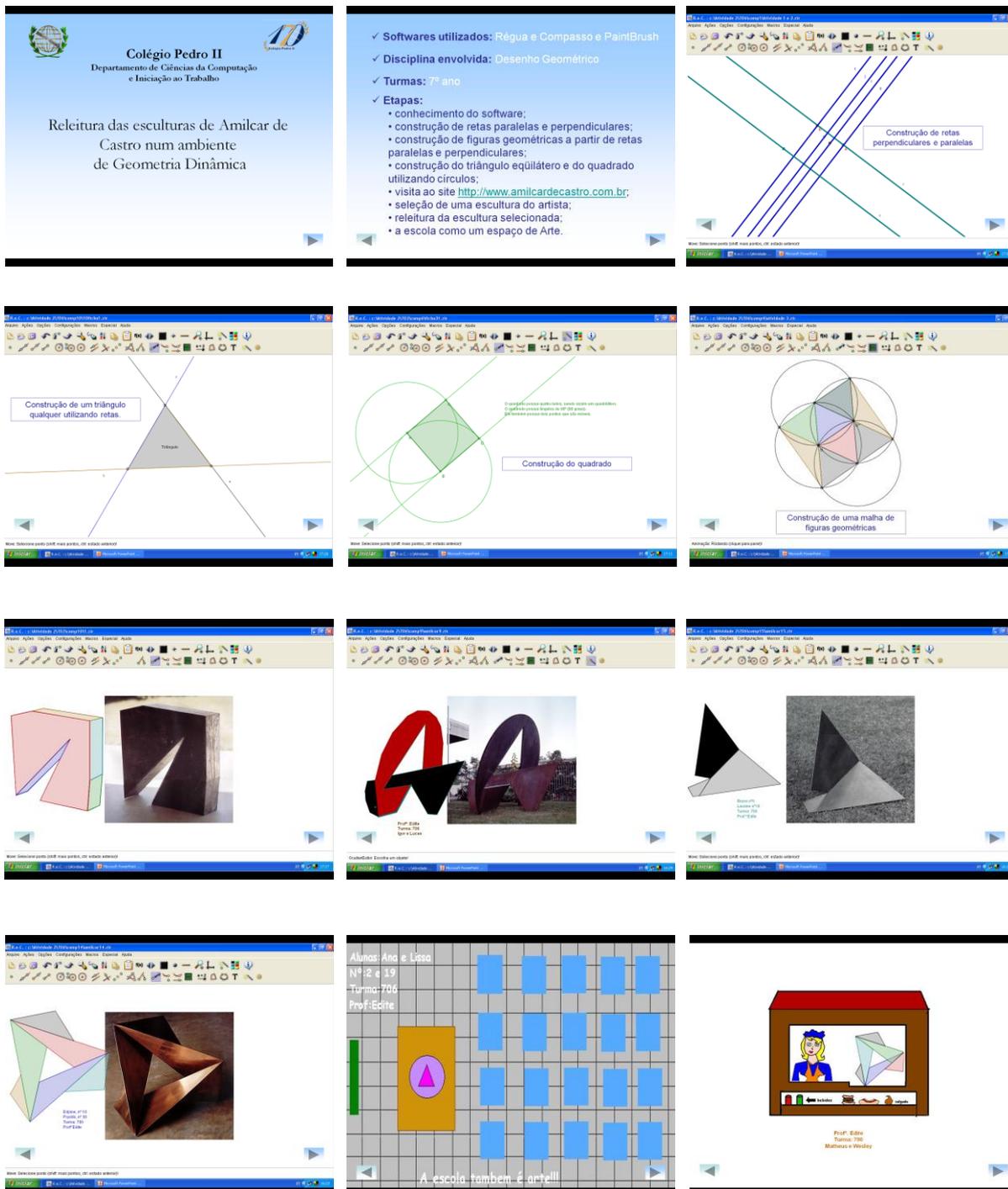
Tijuca I () Realengo I ()

5) Observações:

.....

⁸² Pesquisa preliminar elaborada para utilização nesta pesquisa.

APÊNDICE E – Projeto “Releitura das esculturas de Amilcar de Castro num ambiente de Geometria Dinâmica”⁸³



⁸³ Projeto desenvolvido no Colégio Pedro II pela pesquisadora, Prof^a Edite, com seus alunos do 7º ano em parceria com a disciplina Desenho.

APÊNDICE F – Fichas de atividades no software *SketchUp*⁸⁴

Ficha 1 – Conhecendo as ferramentas do software *SketchUp*

1) Carregue o software *SketchUp*. As partes principais são a **barra de título**, os **menus**, as **barras de ferramentas**, a **área de desenho**, a **barra de status** e a **caixa de controle de valores**. A imagem a seguir mostra a interface do usuário do *SketchUp*.

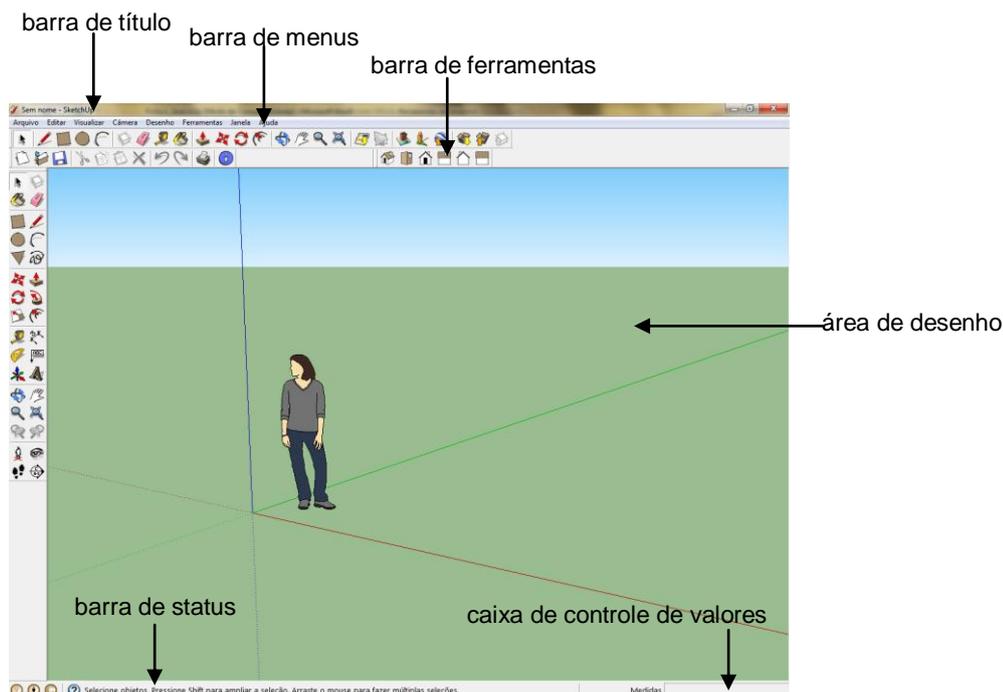


Figura 8: Tela inicial do *SketchUp*
Fonte: Acervo Pessoal

1) Na área de desenho há três eixos: **eixo x** (vermelho), **eixo y** (verde) e o **eixo z** (azul).

Deslize o ponteiro do mouse sobre os ícones por alguns segundos. O que você observa?

2) Vamos criar um prisma de base hexagonal.

a) Escolha a ferramenta *Polígono*  e em seguida, digite 6 e pressione a tecla *Enter*.

Clique em qualquer lugar da área de desenho e com o botão do mouse pressionado, movimente o cursor diagonalmente para desenhar uma das bases hexagonais do prisma. Agora, selecione a ferramenta *Empurrar/Puxar*  e clique na base hexagonal que foi criada anteriormente. Mova o cursor para criar ou diminuir volume. Dê um clique quando o volume tiver alcançado o tamanho desejado.

Para visualizar a figura desenhada no espaço 3D, as ferramentas mais usadas são a *Orbitar* , a *Panorâmica* , a *Zoom*  e a ferramenta *Modelo Centralizado* .

⁸⁴ Fichas elaboradas no software *SketchUp* para aplicação nesta pesquisa.

O prisma de base hexagonal já está pronto! Que tal colorir as suas faces?

b) Selecione a ferramenta *Pintura*  para pintar cada face do prisma. Para visualizar todas as faces, utilize a ferramenta *Orbitar*.

c) Selecione a ferramenta *Dimensões*  e meça os lados das figuras que formam as faces laterais e as bases.

d) Salve o seu trabalho com o seu nome_prisma1 na Área de Trabalho.

e) Que propriedades você identifica no prisma de base hexagonal?

3) Utilize as ferramentas selecionadas anteriormente e crie um prisma com outra base. Escolha uma cor para pintar as faces laterais e uma outra para as bases. Determine as medidas das arestas do prisma que você criou.

4) Salve o seu trabalho com o seu nome_prisma2 na Área de Trabalho.

Ficha 2 – Criando uma pirâmide!

1) Vamos criar uma pirâmide. Você escolhe o polígono que representará a base!

Escolha a ferramenta *Polígono*  e em seguida, digite o número de lados do polígono que formará a base da pirâmide e pressione a tecla *Enter*. Clique no plano do solo da área de desenho e com o botão do mouse pressionado, movimente o cursor diagonalmente para desenhar a base da pirâmide.

Agora, selecione a ferramenta *Linha* , pressione a tecla seta para cima para desenhar uma linha paralela ao eixo azul, a partir do ponto central do polígono da base. Solte o botão do mouse até atingir a altura desejada. A seguir, com a ferramenta *Linha* selecionada, unir a extremidade do alto da linha desenhada a cada vértice da base da pirâmide. As faces serão preenchidas se as linhas dos triângulos tiverem conectadas.

Salve o seu trabalho com o seu nome_pirâmide1 na Área de Trabalho do seu computador.

Desenhando uma pirâmide de base quadrangular!

2) Use a ferramenta *Retângulo*  para desenhar um quadrado. Selecione a ferramenta *Linha*  para desenhar as diagonais do quadrado. Encontre o ponto de encontro das diagonais, mantenha pressionada a tecla **SHIFT**, selecione a ferramenta *Mover/Copiar* , posicione-a no ponto central, clique e puxe-a para cima até atingir a altura desejada. Para criar a face inferior, selecione a ferramenta *Linha* e desenhe uma linha de uma extremidade a outra. Depois, selecione essa linha e apague-a.

A pirâmide já está pronta! Agora, é só colorir as suas faces! Salve o seu trabalho com o seu nome_pirâmide2 na Área de Trabalho do seu computador.

Criando um cone!

3) Selecione a ferramenta *Círculo*  para desenhar um círculo. É mais fácil se o círculo for construído a partir do ponto de origem, onde os eixos vermelho, verde e azul se encontram. A seguir, utilize a ferramenta *Linha*  para desenhar um triângulo do ponto de origem até um ponto na linha do círculo, do ponto da linha do círculo até um ponto do eixo azul, do ponto do eixo azul até a origem. Se as linhas do triângulo estiverem conectadas, uma região será preenchida. Selecione a ferramenta *Selecionar* para selecionar o círculo. Em seguida, utilize a ferramenta *Siga-me*  e clique na região preenchida do triângulo. Pronto! Um cone foi construído! Agora, é só colorir o cone!

Atenção!!! Ao usar a ferramenta *Siga-me* , a base do cone é eliminada. Para criá-la novamente, selecione a ferramenta *Linha* e desenhe uma linha de uma extremidade a outra do círculo. Depois, selecione essa linha e apague-a.

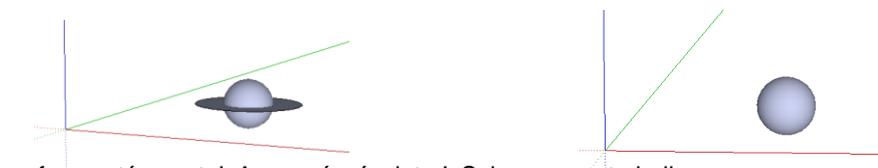
Salve o seu trabalho com o seu nome_cone na Área de Trabalho do seu computador.

É hora de desenhar uma esfera!

4) Use a ferramenta *Círculo*  para desenhar um círculo. Após desenhar o círculo, com a ferramenta *Círculo* ainda selecionada, movimente o cursor para cima até que o círculo do cursor mude para vermelho ou verde. A seguir, mantenha pressionada a tecla **SHIFT** e desenhe um segundo círculo dentro do primeiro, na mesma origem, e menor que o primeiro.



Utilize a ferramenta *Selecionar* e selecione o primeiro círculo (maior). Depois, utilize a ferramenta *Siga-me*  e clique no segundo círculo (menor). Utilize a ferramenta *Selecionar* para selecionar o círculo maior e apagá-lo com a borracha ou com a tecla **delete**.



A esfera está pronta! Agora, é só pintar! Salve o seu trabalho com o seu nome_esfera na Área de Trabalho.

Vamos incrementar as nossas produções!

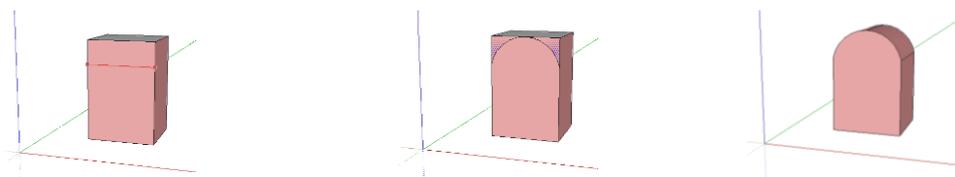
5) Criar espaços vazios com a ferramenta *Empurrar/Puxar*.

Construa uma figura espacial (3D). Nessa figura desenhe uma figura plana (2D). Use a ferramenta *Empurrar/Puxar* para empurrar a figura 2D.



6) Desenhar arcos!

Selecione a ferramenta *Retângulo* e desenhe um paralelepípedo. A seguir, selecione a ferramenta *Arco* . Clique para posicionar o início do arco numa aresta do paralelepípedo. Mova o cursor até a outra aresta e clique para posicionar o final do arco. Veja que uma linha reta foi criada. Sem pressionar o cursor, mova-o perpendicularmente à linha reta para ajustar a curvatura do arco e clique quando a curvatura atingir a aresta do paralelepípedo. Selecione a ferramenta *Empurrar/Puxar* para remover as duas regiões da parte superior para criar um formato arredondado.



Ficha 3 – Criar grupo!

1) Ao agrupar as partes do objeto geométrico, é possível mover, copiar e ocultar sem que o objeto sofra deformações.

Carregue o *SketchUp* e desenhe um sólido qualquer. A seguir, selecione todos os elementos desse objeto com a ferramenta *Selecionar*  e com o botão direito do mouse pressionado, clique em **Criar grupo**.

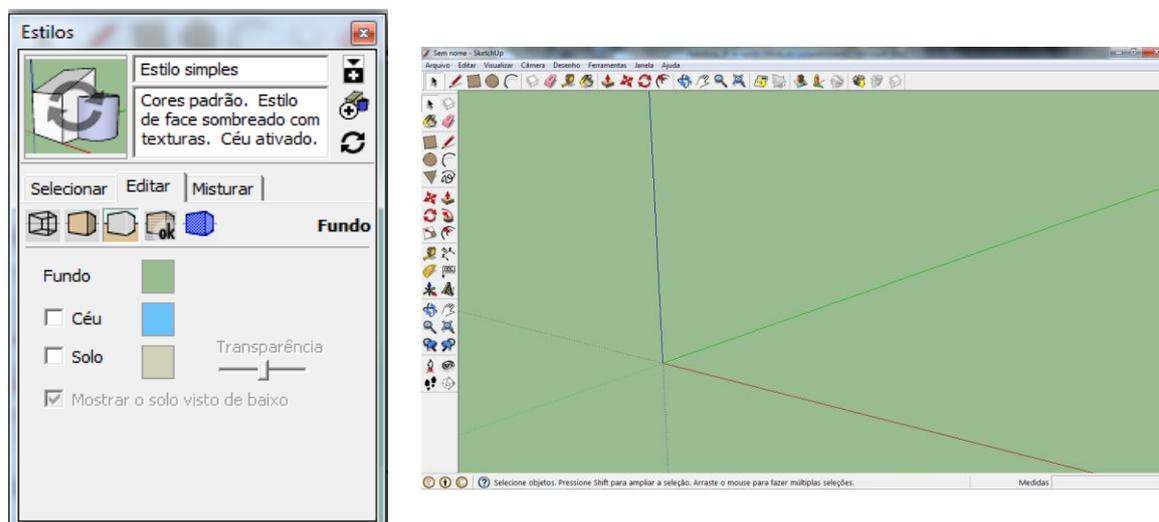
2) Desenhe um cubo e crie um grupo. A seguir, utilize a ferramenta *Mover*  e observe as marcas em formato de cruz que aparecem ao deslizarmos a ferramenta *Mover* sobre as faces.

Posicione a ferramenta *Mover* sobre uma das marcas. O que você observa?

A seguir, pressione o botão esquerdo sobre qualquer marca e gire o objeto que você criou. Experimente rotacioná-lo a partir de outras faces

Podemos mudar o visual da área de trabalho para facilitar a atividade com os alunos. Veja:

3) No barra de menus, clique em *Janela* e em seguida *Estilos*. Surge um quadro com várias opções de configuração. Em seguida, clique na aba *Editar* e no terceiro ícone dessa aba. Dessa forma, é possível desativar o céu e o solo da área de trabalho ou mudar suas respectivas cores.



4) Vamos agora montar um cubo utilizando um cubinho de dimensões 2 m. Copie quantos cubinhos você quiser para montar o seu cubo. Mas antes, agrupe os seus elementos para facilitar. Utilize a ferramenta *Mover* e com a tecla **CTRL** pressionada arraste o cubinho para obter a sua cópia. Para montar o cubo maior, arraste um cubinho através de um dos seus vértices (extremidade no grupo) e encoste-o ao vértice do outro para facilitar a conectividade. Salve o seu trabalho com o seu nome_cubão.

APÊNDICE G – Fichas de atividades no *software Régua e Compasso*⁸⁵

FICHA 4 – Conhecendo o *software Régua e Compasso*

ATIVIDADE 1: EXPLORANDO A ÁREA DE TRABALHO

- Carregue o *software Régua e Compasso*. O que você vê na Tela Principal?
- Deslize o ponteiro do mouse sobre os ícones por alguns segundos. O que você observa?
- Selecione a ferramenta para criar pontos e crie **quatro** pontos com padrões diferentes na Área de Trabalho. Nomeie cada um dos pontos e pinte cada um com uma cor diferente. Para isso, clique com o botão direito sobre os pontos e faça as mudanças desejadas.
- Coloque o ponteiro do mouse sobre os pontos. O que você observa?

Vamos agora trabalhar com retas!

ATIVIDADE 2: TRABALHANDO COM RETAS

- O que é necessário para se criar uma reta?
- Utilize a ferramenta **Reta** para criar a reta “r” na Área de trabalho. O que você observa na Área de Dicas?
- Mude a cor e o padrão da reta que você criou.
- Coloque o ponteiro do mouse sobre a reta. O que você observa?
- Selecione a opção **Apagar Objeto** para apagar os objetos da Área de Trabalho.
- Crie três retas na Área de Trabalho formando um triângulo. Utilize a ferramenta **Ponto** para criar os vértices do triângulo
- Apague um dos pontos que forma as retas. O que aconteceu? Por quê?
- Para trazer de volta as retas que foram excluídas da Área de Trabalho, selecione a ferramenta **Desfazer as últimas remoções**.
- Vamos agora colorir o triângulo que você construiu. Escolha a cor no botão **Cor padrão do objeto** e selecione o botão **Polígono**. A seguir clique nos vértices do triângulo para preencher a figura com a cor selecionada. Atenção! O último vértice selecionado deve coincidir com o primeiro, fechando assim o polígono.
- É possível mudar as posições dos vértices desse triângulo. Utilize a ferramenta **Mover ponto** e mova todos os vértices. Os pontos que puderam ser movidos são chamados de **pontos livres**.
- Na barra de menus, clique em **Arquivo** e em seguida **Salvar Construção Como**. Grave esse arquivo com o nome **Atividade2_seu nome** na sua pasta.

ATIVIDADE 3: TRAÇANDO RETAS PERPENDICULARES

- Utilize a ferramenta **Reta** e crie uma reta “r” na Área de Trabalho e nomeie os dois pontos que determinam a reta. A seguir, selecione a ferramenta que traça retas perpendiculares. O que você observa na Área de Dicas ao selecionar essa ferramenta?
- Após a leitura da dica, que ação será executada?
- Trace duas retas “s” e “t” perpendiculares à reta “r” passando, cada uma, por um ponto conforme orientação da Área de Dicas.

ATIVIDADE 4: TRAÇANDO RETAS PARALELAS

- Selecione a ferramenta que traça retas paralelas.
- Trace retas paralelas a “r”, “s” e “t” da atividade anterior, nomeando cada uma delas.
- Grave esse arquivo com o nome **Atividade4_seu nome** na sua pasta.

⁸⁵ Fichas elaboradas no *software Régua e Compasso* para aplicação nesta pesquisa.

ATIVIDADE 5: DESENHANDO CÍRCULOS

- a) Selecione a ferramenta para traçar um segmento de reta medindo 3 cm de comprimento, com pontos **O** e **H**. Para determinar o comprimento, clique com o botão direito sobre o segmento.
- b) A seguir, utilize a ferramenta que constrói círculos, desenhando um círculo de centro no ponto **O**, passando pelo ponto **H**.
- c) Em seguida, desenhe outro círculo de centro no ponto **H**, passando pelo ponto **O**.
- d) Desenhe outro círculo com origem no ponto de interseção superior, passando pelos pontos **O** e **H**. Como descobrir qual o ponto de interseção?
-
- e) Desenhe outro círculo com origem no ponto de interseção inferior, passando pelos pontos **O** e **H**.
- f) Agora, aproveite os pontos de interseção e desenhe vários polígonos de cores diferentes nesses círculos.
- g) Grave esse arquivo com o nome **Atividade5_seu nome** na sua pasta.

ATIVIDADE 6: CONSTRUINDO UM QUADRADO

- a) Desenhe o lado inferior do quadrado utilizando a ferramenta para traçar um segmento de reta medindo 3 cm de comprimento, com pontos **A** e **B**.
- b) A seguir, trace uma reta “r” perpendicular ao segmento **AB**, passando pelo ponto **A** e uma reta “s” perpendicular ao segmento **AB**, passando pelo ponto **B**.
- c) Utilizando a ferramenta que constrói círculos, desenhe um círculo de centro no ponto **A**, passando pelo ponto **B** e, outro círculo, de centro no ponto **B**, passando pelo ponto **A**.
- d) Marque as interseções dos círculos com as retas perpendiculares e crie os pontos **C** e **D**, utilizando a ferramenta que desenha pontos.
- e) Agora, esconda as retas perpendiculares e os círculos utilizando a ferramenta **Ocultar Objeto** e desenhe os lados que faltam do quadrado, utilizando a ferramenta que traça segmentos de reta.
- f) Escolha uma cor para pintar o quadrado.
- g) Mova os pontos livres. Utilize a ferramenta texto para registrar as propriedades do quadrado, os pontos livres existentes e o que você observa com as propriedades da figura ao mover os pontos livres.
- h) Grave esse arquivo com o nome **Atividade6_seu nome** na sua pasta.

FICHA 5 – Conhecendo o software Régua e Compasso**ATIVIDADE 7: CONSTRUINDO UM PARALELOGRAMO**

- a) Selecione a opção **Segmento** e crie um segmento **AB**.
- b) Crie um ponto **D** não pertencente ao segmento **AB**.
- c) Selecione a opção **Segmento** e crie um segmento **AD**.
- d) A seguir, trace uma reta “r” paralela ao segmento **AB**, passando por **D** e uma reta “s” paralela ao segmento **AD**, passando por **B**.
- e) Selecione a ferramenta que desenha pontos e marque a interseção **C** de “r” e “s”.
- f) Agora, esconda as retas paralelas, utilizando a opção **Ocultar Objeto** e desenhe os lados que faltam do paralelogramo.
- g) Torne a sua figura mais bonita escolhendo uma cor para pintá-la.
- h) Selecione a ferramenta **Ângulo** e marque os ângulos **BAD**, **DCB**, **CBA** e **ADC**. Lembre-se de que o segundo ponto clicado é o vértice do ângulo.
- i) A seguir, determine o valor de cada ângulo, clicando com o botão direito do mouse sobre a sua marca e selecionando no quadro o botão **Mostrar valores dos objetos**.
- j) Procedendo da mesma forma, determine as medidas dos lados do paralelogramo.
- l) Mova os pontos livres. Todos os pontos são livres? Por quê?
- m) Utilize a ferramenta texto para registrar as propriedades do paralelogramo, os pontos livres existentes e o que você observa com as propriedades da figura ao mover os pontos livres.
- n) Grave esse arquivo com o nome **Atividade7_seu nome** na sua pasta.

ATIVIDADE 8: CONSTRUINDO UM TRIÂNGULO EQUILÁTERO

- a) Determine as propriedades do triângulo equilátero que você conhece:
- b) Desenhe a base do triângulo equilátero utilizando a ferramenta para traçar um segmento de reta medindo 2 cm de comprimento, com pontos **A** e **B**.
- c) Utilizando a ferramenta que constrói círculos, desenhe um círculo de centro no ponto **A**, passando pelo ponto **B** e, outro círculo, de centro no ponto **B**, passando pelo ponto **A**.
- d) Marque a interseção dos círculos e crie o ponto **C**, utilizando a ferramenta que desenha pontos.
- e) Com os três vértices construídos, desenhe os outros lados do triângulo utilizando a ferramenta que traça segmentos de reta.
- f) Podemos afirmar que o triângulo construído é equilátero? Por quê?
- g) Agora, esconda os círculos, utilizando a ferramenta **Ocultar Objetos**.
- h) Escolha uma cor para pintar o triângulo.
- i) Todos os pontos do triângulo são considerados livres? Por quê?
- j) Mova os pontos livres. O que você observa com as propriedades da figura ao mover os pontos livres?
- l) Grave esse arquivo com o nome **Atividade8_seu nome** na sua pasta.

ATIVIDADE 9: ABRA O ARQUIVO ATIVIDADE 9 QUE SE ENCONTRA NA PASTA *MEUS DOCUMENTOS*.

- a) A seguir, classifique cada triângulo observando os lados de cada um:
Fig.1 Fig.2
- b) Justifique suas respostas, analisando as animações do triângulo e do círculo.
Fig.1
Fig.2
- c) Selecione a opção **Ocultar objetos** e esconda os círculos utilizados em cada construção.
- d) Selecione a opção **Mover ponto** e observe os pontos livres de cada triângulo. Em cada triângulo todos os pontos são livres? Por quê?
- e) Exiba novamente os círculos construídos utilizando a ferramenta **Mostrar objetos**.

Atenção! Para animar um ponto, selecione a ferramenta **Animar ponto**, escolha o ponto que será animado e clique duas vezes sobre o objeto no qual ele será animado. A animação é interrompida ao clicar na Área de Trabalho. Clicando novamente na Área de Trabalho, a animação é reiniciada.

- f) Anime o ponto **A** sobre o círculo **c2** e observe as propriedades do triângulo.
- g) Anime o ponto **C** sobre o círculo **c1** e observe as propriedades do triângulo.
- h) Ao animar os pontos da **Fig.1**, a medida dos lados do triângulo se alterou? Por quê?
- i) Anime o ponto **Y** sobre o círculo **c3** e observe as propriedades do triângulo.
- j) Anime o ponto **X** sobre o círculo **c4** e observe as propriedades do triângulo.
- l) Ao animar os pontos da **Fig.2**, os lados de mesma medida se alteraram? Por quê?
- m) Ao animar os pontos da **Fig.2**, o lado de medida diferente se alterou? Por quê?
- n) A maior medida que o lado de medida diferente da **Fig.2** pode apresentar corresponde a que elemento do círculo?
- o) É possível animar o ponto **B** da **Fig.1**? Por quê?.....

APÊNDICE H – Fichas sobre as figuras espaciais e planas

FICHA 6 – Figuras Espaciais⁸⁶

SÓLIDOS GEOMÉTRICOS (FIGURAS TRIDIMENSIONAIS OU FIGURAS ESPACIAIS)

Sólido geométrico → corpo limitado por superfícies fechadas com três dimensões: comprimento, largura e altura

Poliedro (do grego *poli*, muitas e *edro*, faces) → sólido limitado por um número finito de faces, em que cada uma das faces é um polígono

Poliedro regular → as faces são congruentes e de cada vértice sai o mesmo número de arestas

Aresta → segmento onde as faces se juntam

Vértice → ponto no qual mais de duas arestas e mais de duas faces se juntam

Os poliedros também podem ser classificados em **prismas**, **pirâmides** e outros (como por exemplo):

tetraedro – 4 faces

pentaedro – 5 faces

hexaedro – 6 faces

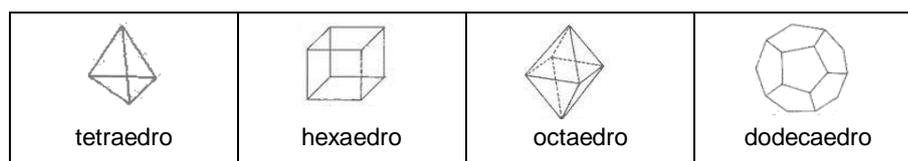
heptaedro – 7 faces

octaedro – 8 faces

decaedro – 10 faces

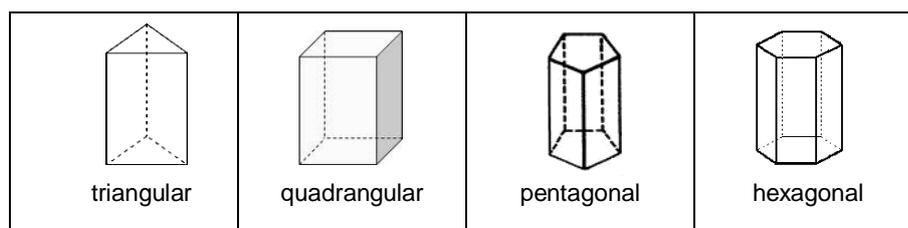
dodecaedro – 12 faces

icosaedro – 20 faces



IDENTIFICANDO ELEMENTOS DO PRISMA

- duas faces que são polígonos paralelos e congruentes chamadas de base;
- faces laterais são paralelogramos;
- arestas laterais são paralelas com medidas iguais;
- são nomeados em função do polígono das suas bases.



Observações:

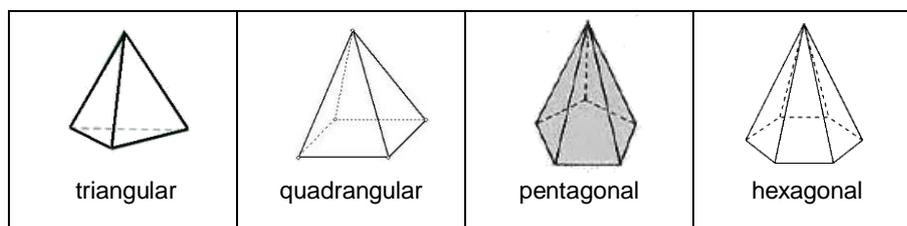
- O prisma chama-se **paralelepípedo** quando as suas bases são paralelogramos;
- O prisma chama-se **paralelepípedo retângulo** quando as suas faces são retângulos;
- O prisma é um **cubo** quando as suas faces são quadrados.

Identificando elementos da pirâmide

- face formada por um polígono chamada de base;
- faces laterais triangulares com um vértice comum;
- aresta lateral é o segmento que tem um extremo no vértice comum às faces laterais e o outro num dos vértices do polígono que forma a base.

⁸⁶ Ficha de retomada de conceitos elaborada para aplicação nesta pesquisa.

- As pirâmides recebem nomes de acordo com o polígono da sua base. Assim, uma pirâmide pode ser:



Leonhard Euler, matemático e físico suíço, descobriu que, para todos os poliedros, há uma relação entre os seus elementos.

A **relação de Euler** é válida para qualquer poliedro:

$$V + F = A + 2$$

Uma pirâmide de base triangular tem 4 vértices, 4 faces e 6 arestas.

Logo, $4 + 4 = 6 + 2$.

Um prisma de base hexagonal tem 12 vértices, 8 faces e 18 arestas.

Logo, $12 + 8 = 18 + 2$

Identificando elementos do cilindro, do cone e da esfera

Cilindro	Cone	Esfera
		
<ul style="list-style-type: none"> gerado pelo movimento de um retângulo em torno de um eixo; círculos iguais que formam as bases; superfície lateral curva. 	<ul style="list-style-type: none"> gerado pelo movimento de um triângulo retângulo em torno de um eixo; círculo que forma a base; superfície lateral curva que termina no vértice. 	<ul style="list-style-type: none"> gerado pelo movimento de um semicírculo em torno de um eixo; superfície curva

O cone, a esfera e o cilindro são corpos redondos e rolam quando apoiados numa superfície inclinada.

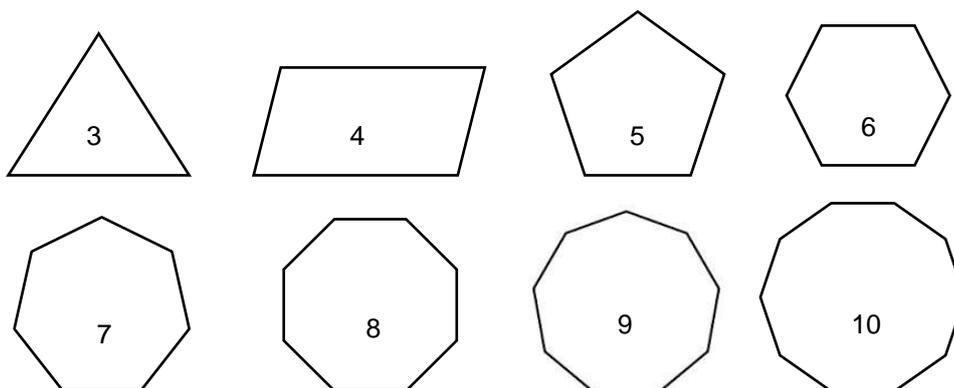
FICHA 7 – FIGURAS PLANAS⁸⁷**Polígonos**

Polígono (do grego *poli*, muitos e *ágonos*, ângulos → figura plana constituída por uma linha poligonal fechada (com três ou mais segmentos consecutivos)

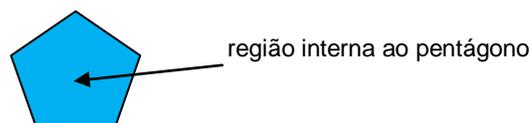
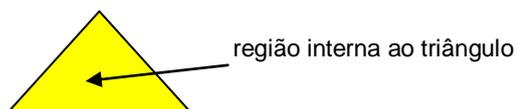
Classificação dos polígonos

Número de lados	Nome	Número de lados	Nome
3	triângulo	9	eneágono
4	quadrilátero	10	decágono
5	pentágono	11	undecágono
6	hexágono	12	dodecágono
7	heptágono	15	pentadecágono
8	octógono	20	icoságono

É importante observar que o número de lados é igual ao número de vértices e de ângulos internos e que o nome de alguns deles se relacionam com o número de lados (ou de ângulos) da figura. O polígono é **regular** quando apresenta todos os lados e ângulos com medidas iguais.

**Atenção!!**

Não confundir região interna a um polígono com polígono. Polígono é uma linha poligonal fechada e a região delimitada por um polígono é a região poligonal.



⁸⁷ Ficha de retomada de conceitos elaborada para aplicação nesta pesquisa.

Triângulos → polígonos de três lados

- **Principais elementos:** vértices, lados e ângulos
- **Classificação: quanto à medida dos lados**

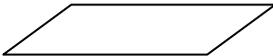
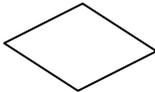
Quanto à medida dos lados	Quanto à medida dos ângulos
<ul style="list-style-type: none"> – equilátero → os três lados têm a mesma medida que formam as bases; – triângulo isósceles → dois lados têm a mesma medida; – triângulo escaleno → os três lados têm medidas diferentes. 	<ul style="list-style-type: none"> – acutângulo → os três ângulos são agudos (menores que 90°); – retângulo → um dos ângulo é reto (90°); – obtusângulo → um dos ângulo é obtuso (maior que 90°);

- **Importante!**

- Em todo triângulo, a medida de qualquer lado é menor que a soma das medidas dos outros dois lados e maior que a diferença das medidas desses outros dois lados.
- A soma das medidas dos ângulos internos de um triângulo é igual a 180° .

Quadriláteros → polígonos de quatro lados

- **Principais elementos:** vértices, lados, ângulos e diagonais
- **Classificação dos quadriláteros:** paralelogramos e trapézios

Paralelogramos → quadriláteros que têm os lados opostos paralelos
<ul style="list-style-type: none"> – paralelogramo → os lados opostos têm medidas iguais; 
<ul style="list-style-type: none"> – retângulo → os quatro ângulos internos são retos (90°); 
<ul style="list-style-type: none"> – losango → os quatro lados têm medidas iguais; 
<ul style="list-style-type: none"> – quadrado → os quatro lados têm medidas iguais e os quatro ângulos internos são retos (90°). 

Trapézios → quadriláteros que têm somente dois lados opostos paralelos

Os trapézios são classificados em:

- retângulo → dois ângulos internos são retos (90°)



- isósceles → os lados não paralelos têm medidas iguais.



- escaleno → os lados não paralelos têm medidas diferentes



▪ **Importante!**

A soma das medidas dos ângulos internos de um quadrilátero é igual a 360° .

O quadrado é simultaneamente um retângulo e um losango.

Bibliografia para elaboração das fichas das figuras planas e espaciais

BEZERRA, M. J.; SCHWARZ, O.; BEZERRA, R. Z. **Geometria 1**. Rio de Janeiro: FENAME, 1982.

COLL, C.; TEBEROSKY, A. **Aprendendo Matemática: conteúdos essenciais para o Ensino Fundamental**. São Paulo: Editora Ática, 2002.

DANTE, L. R. **Didática da Matemática na pré-escola: por que, o que e como trabalhar as primeiras ideias matemáticas**. São Paulo: Editora Ática, 2007.

LOPES, M. L. L.; NASSER, L. **Geometria: na era da imagem e do movimento**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1996.

NASSER, L.; TINOCO, L. **Curso Básico de Geometria: enfoque didático**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2006.

TOLEDO, M.; TOLEDO, M. **Didática de Matemática: como dois e dois: a construção da Matemática**. São Paulo: Editora FTD, 1997.

APÊNDICE I – Plano Curricular de Geometria dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental do Colégio Pedro II

Competências gerais do componente curricular

- Perceber semelhanças e diferenças entre objetos no espaço, identificando formas tridimensionais ou bidimensionais, em situações que envolvam descrições orais, construções e representações.
- Utilizar tecnologias contemporâneas.

Eixo Espaço e Forma: Competências específicas/Habilidades/Conteúdos:

PRIMEIRO ANO

COMPETÊNCIAS/HABILIDADES	CONTEÚDOS
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Perceber semelhanças e diferenças entre objetos no espaço, identificando formas tridimensionais ou bidimensionais, em situações que envolvam descrições orais, construções e representações. ▪ Estabelece relações de tamanho e forma para dimensionar o espaço. <ul style="list-style-type: none"> - Distinguir curvas abertas e fechadas na representação de caminhos percorridos. - Diferenciar interior, exterior e fronteira, a partir de diferentes pontos de referência. - Estabelecer relações topológicas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Linhas fechadas e abertas; ▪ Fronteiras e regiões; interior e exterior; ▪ Relações topológicas: dentro/fora; perto/longe; em cima/embaixo; entre; direita/esquerda; na frente/atrás; acima; abaixo; ao lado.

SEGUNDO ANO

COMPETÊNCIAS/HABILIDADES	CONTEÚDOS
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Perceber semelhanças e diferenças entre objetos no espaço, identificando formas tridimensionais ou bidimensionais, em situações que envolvam descrições orais, construções e representações. ▪ Estabelecer relações de tamanho e forma para dimensionar o espaço. <ul style="list-style-type: none"> - Identificar a simetria em pessoas, objetos e figuras. - Identificar eixo de simetria. - Reconhecer sólidos geométricos no manuseio de objetos cotidianos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Relações: dentro/fora; perto/longe; em cima/embaixo; ao lado; ▪ Simetria; ▪ Figuras planas: quadrado, retângulo, triângulo, círculo; ▪ Sólidos geométricos: cubo, paralelepípedo, pirâmide, esfera, cilindro.

TERCEIRO ANO

COMPETÊNCIAS/HABILIDADES	CONTEÚDOS
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Perceber semelhanças e diferenças entre objetos no espaço, identificar formas tridimensionais ou bidimensionais, em situações que envolvam descrições orais, construções e representações. ▪ Estabelecer relações de tamanho e forma para dimensionar o espaço. <ul style="list-style-type: none"> - Identificar semelhanças e diferenças entre cubos e quadrados, paralelepípedos e retângulos, pirâmides e triângulos, esferas e círculos. - Classificar sólidos geométricos, segundo suas características. - Representar formas geométricas, mantendo seus elementos constituintes (retas e ângulos). - Construir alguns sólidos geométricos a partir de suas planificações. - Diferenciar algumas figuras planas pela forma. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Figuras planas: quadrado, retângulo, triângulo, círculo; ▪ Sólidos geométricos: cubo, paralelepípedo, pirâmide, esfera, cilindro, cone.

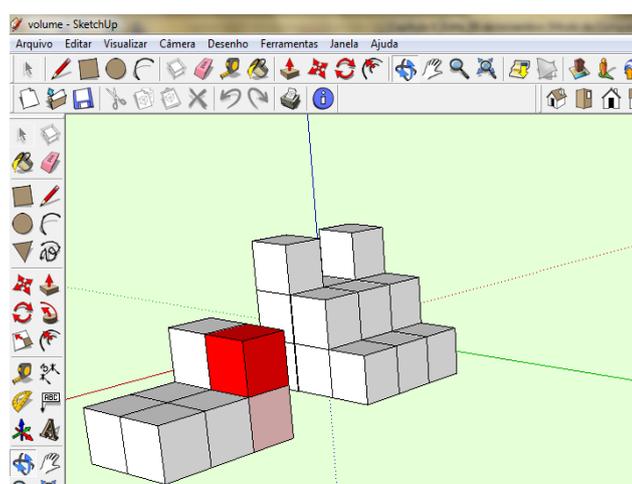
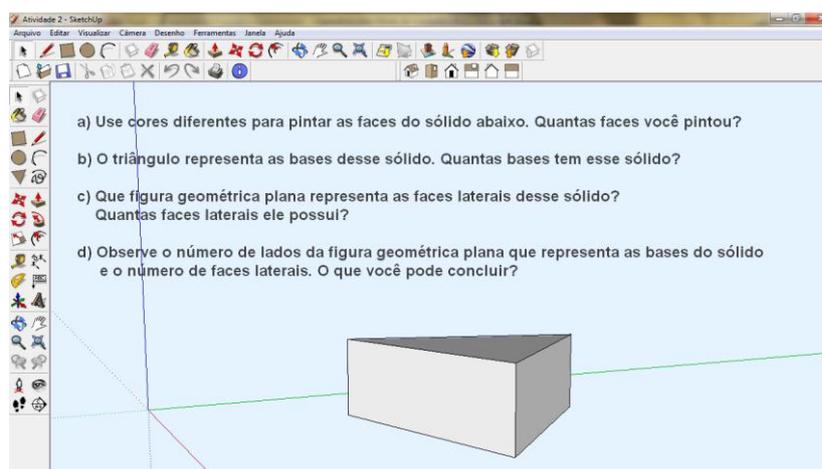
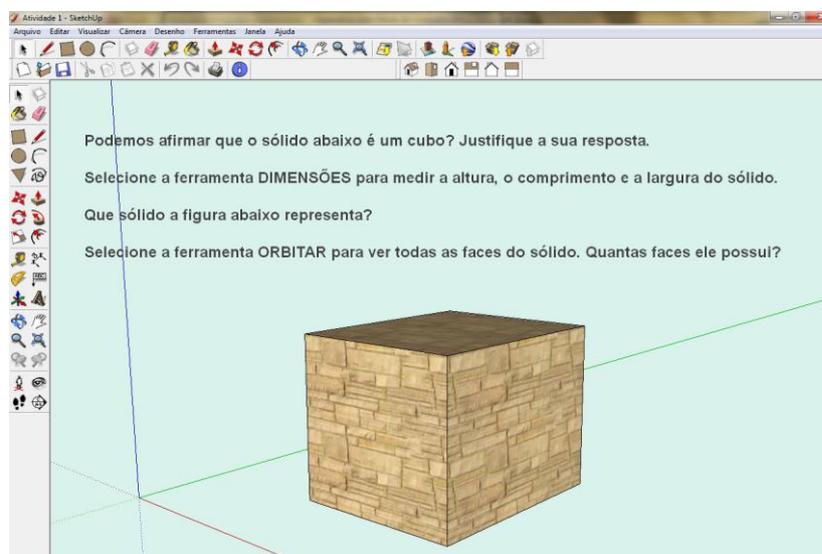
QUARTO ANO

COMPETÊNCIAS/HABILIDADES	CONTEÚDOS
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Perceber semelhanças e diferenças entre objetos no espaço, identificando formas tridimensionais ou bidimensionais, em situações que envolvam descrições orais, construções e representações. ▪ Estabelecer relações de tamanho e forma para dimensionar o espaço. <ul style="list-style-type: none"> - Reconhecer semelhanças e diferenças entre corpos redondos, como a esfera, o cone, o cilindro e outros. - Reconhecer semelhanças e diferenças entre poliedros (como os prismas, as pirâmides e outros). - Identificar faces, vértices e arestas em poliedros. - Compor e decompor figuras tridimensionais identificando diferentes possibilidades. - Explorar as planificações de algumas figuras geométricas. - Identificar figuras planas em formas tridimensionais. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Figuras planas e tridimensionais; ▪ Elementos constituintes das figuras tridimensionais: faces, vértices e arestas; ▪ Classificação de sólidos geométricos: corpos redondos e poliedros (prismas e pirâmides).

QUINTO ANO

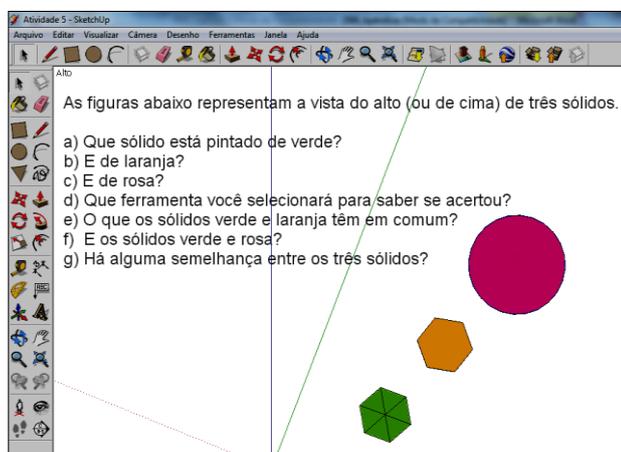
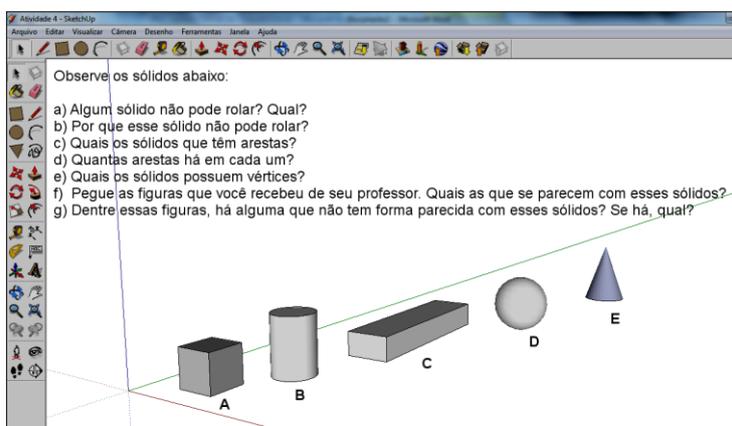
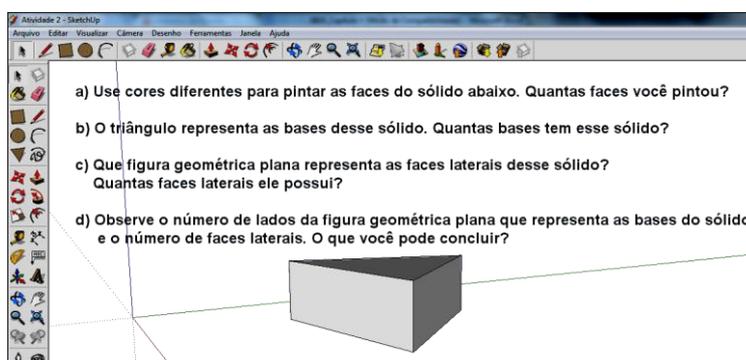
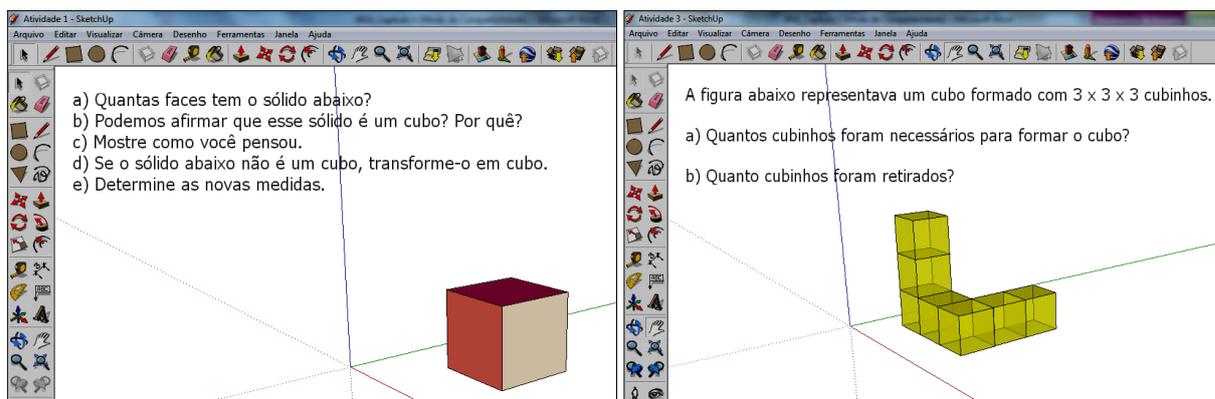
COMPETÊNCIAS/HABILIDADES	CONTEÚDOS
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Perceber semelhanças e diferenças entre objetos no espaço, identificando formas tridimensionais ou bidimensionais, em situações que envolvam descrições orais, construções e representações. <ul style="list-style-type: none"> - Identificar figuras poligonais e circulares nas superfícies planas das figuras tridimensionais. - Identificar semelhanças e diferenças entre polígonos, usando critérios como: forma e número de lados. - Compor e decompor figuras planas. - Identificar ângulos retos, agudos e obtusos em situações estáticas ou de movimentos. - Explorar paralelismo e perpendicularismo. - Classificar quadriláteros pela medida de seus lados e pelos seus ângulos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Polígonos: definição, classificação quanto ao número de lados e suas medidas; ▪ Ângulos: reto, agudo e obtuso; ▪ Retas paralelas e perpendiculares.

APÊNDICE J – Atividades de apresentação do software SketchUp⁸⁸



⁸⁸ Atividades elaboradas no software SketchUp para aplicação nesta pesquisa.

APÊNDICE K – Atividades no software SketchUp⁸⁹



⁸⁹ Atividades elaboradas no software SketchUp para aplicação nesta pesquisa.

APÊNDICE L – Atividades solicitadas pelas professoras no *software Régua e Compasso*⁹⁰

Atividade 1

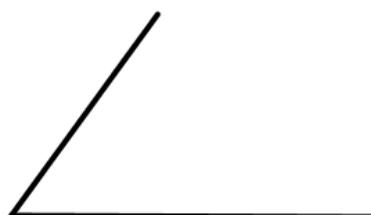
- Desenhe um segmento de reta de 2 cm.
- Faça aparecer a medida.
- Nomeie os pontos das extremidades do segmento.
- Pinte o segmento e mude o tipo de linha.
- Trace uma reta perpendicular ao segmento passando por um dos pontos da extremidade e nomeie-a de "r".
- Trace uma reta paralela ao segmento e nomeie-a de "s".
- Marque o ponto de interseção das retas "r" e "s".
- Marque o ponto médio desse segmento utilizando a ferramenta PONTO MÉDIO.
- Desenhe a mediatriz desse segmento (reta perpendicular que passa pelo ponto médio).
- Salve o seu trabalho com o seu nome_at1_enc10.

Atividade 2

- Desenhe um triângulo utilizando a ferramenta SEGMENTO.
- Nomeie os vértices desse triângulo.
- Pinte a região interna do triângulo e mude a espessura da linha.
- Mostre as medidas dos lados.
- Determine as medidas dos ângulos internos.
- Arraste os vértices desse triângulo e observe o que acontece.
- Esse triângulo é retângulo? Por quê?
- Esse triângulo é isósceles? Por quê?
- Em caso negativo, transforme-o em triângulo retângulo isósceles.
- Salve o seu trabalho com o seu nome_at2_enc10.

Atividade 3

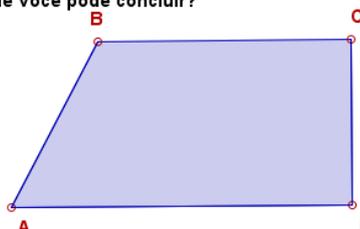
- Observe a construção abaixo.
- A partir dessa construção, construa um paralelogramo, utilizando as ferramentas RETA PARALELA e SEGMENTO.
- Esconda as retas.
- Pinte o paralelogramo.
- Determine as medidas dos lados e observe as medidas dos lados opostos. O que você pode concluir?
- Determine as medidas dos ângulos internos e observe as medidas dos ângulos opostos. O que você pode concluir?
- Arraste os pontos livres e observe o que acontece. Qual a conclusão que você chegou?
- Salve o seu trabalho com o seu nome_at3_enc10.



Atividade 4

Observe a construção do quadrilátero abaixo.

- Quais as ferramentas utilizadas para sua construção?
- Ele possui lados paralelos?
- Quais?
- Que nome recebe esse quadrilátero?
- Determine as medidas dos lados. Há medidas iguais?
- Determine as medidas dos ângulos. Observando as medidas dos ângulos, que nome recebe esse quadrilátero?
- Mova os pontos livres e observe o que acontece. O que você pode concluir?
- Salve o seu trabalho com seu nome_at4_enc10.



Atividade 5

- É possível construir a figura da atividade anterior de modo que, ao arrastar os pontos livres, as propriedades se mantenham. Discuta com o seu grupo como fazer essa construção.
- Salve o seu trabalho com o seu nome_at5_enc10.

⁹⁰ Atividades elaboradas no *software Régua e Compasso* para aplicação nesta pesquisa.

ANEXOS

ANEXO A – Parecer da Comissão de Ética da Universidade Bandeirante de São Paulo



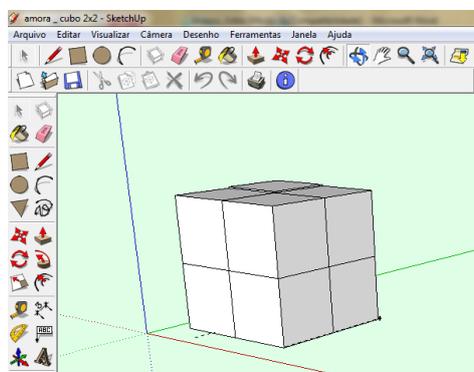
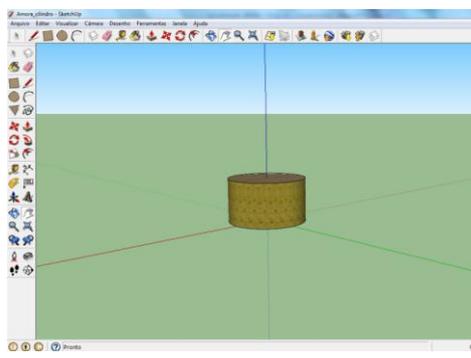
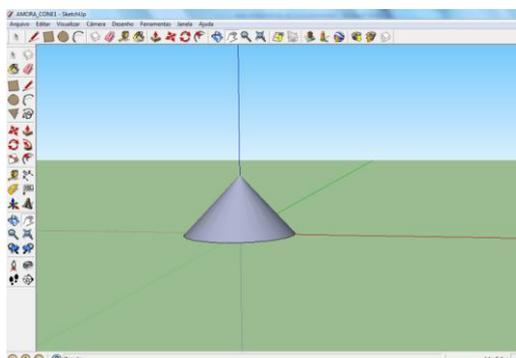
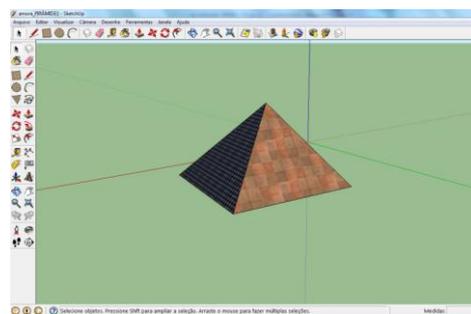
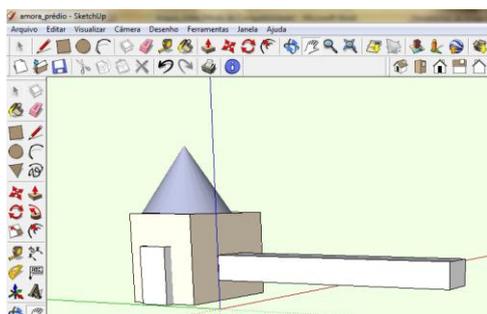
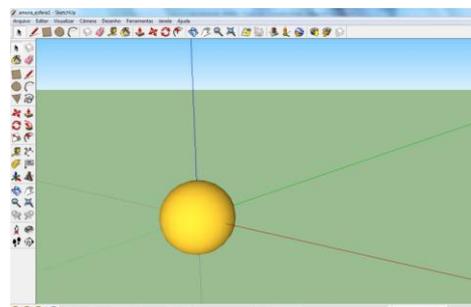
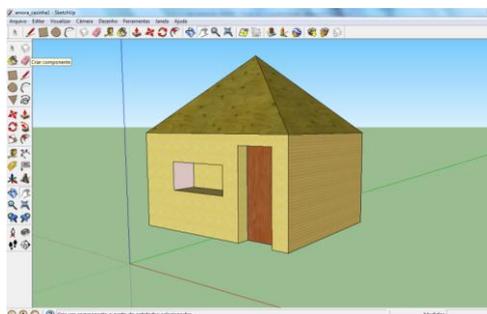
Universidade Bandeirante de São Paulo
Comissão de Ética em Pesquisa com Seres Humanos
(Registrado no Ministério da Saúde)

Protocolo de entrada: 172/11

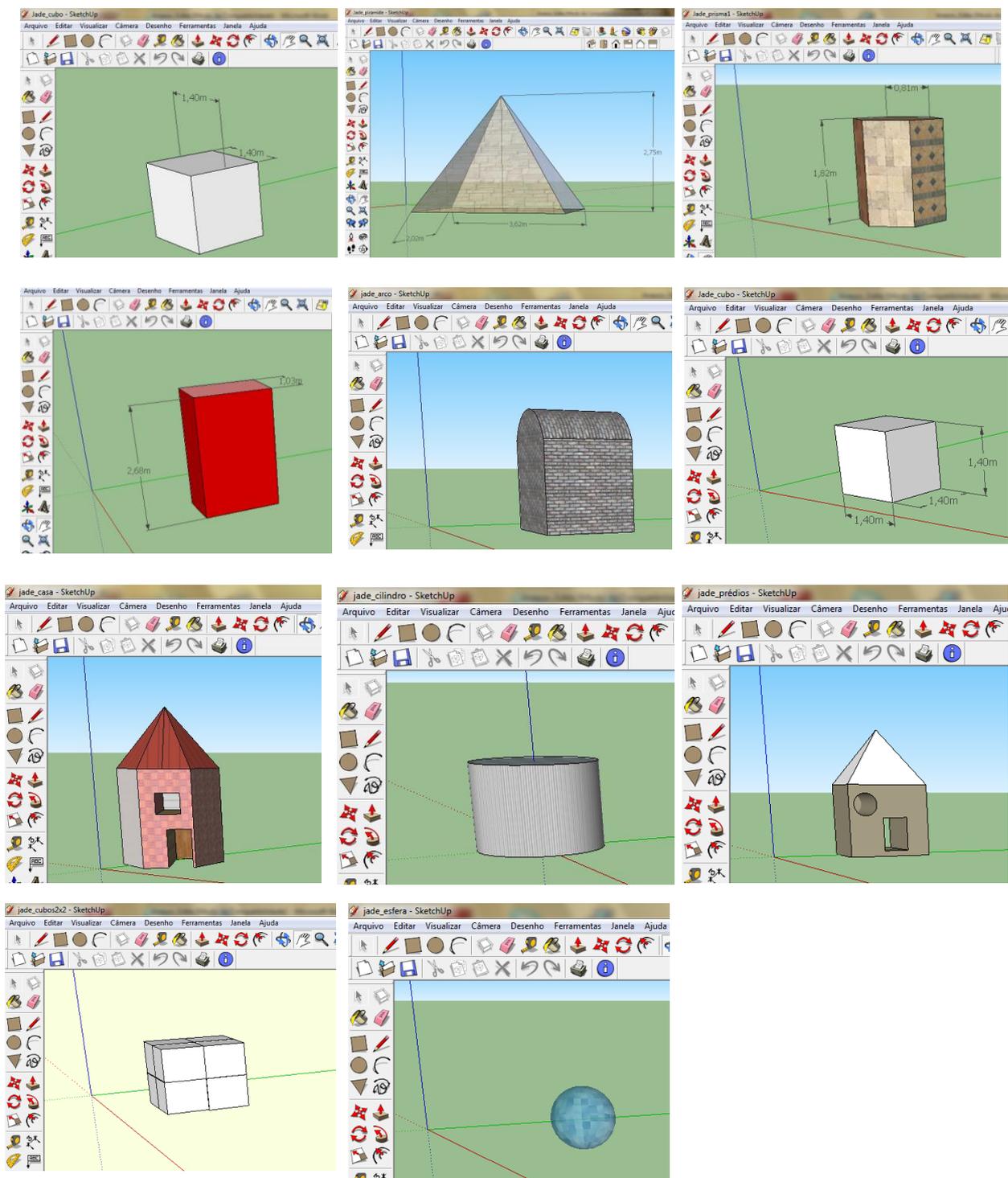
PARECER FINAL

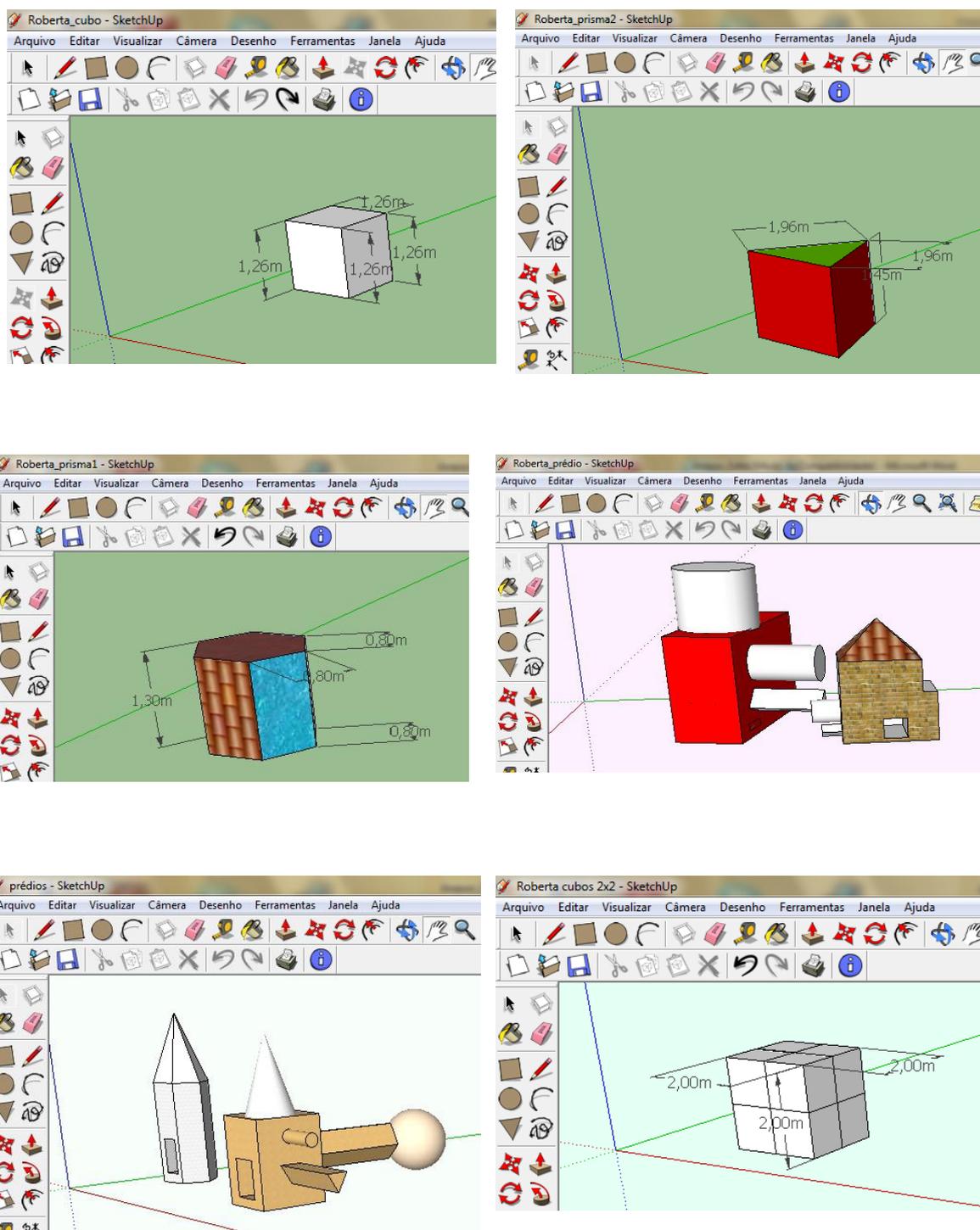
O projeto intitulado “GRUPO DE ESTUDO DE PROFESSORES E A APROPRIAÇÃO DA TECNOLOGIA PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA: INVESTIGANDO CAMINHOS PARA O DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL” de responsabilidade do(a) aluno(a) **EDITE RESENDE VIEIRA**, matriculado(a) no curso de Pós-Graduação **DOUTORADO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**, sob orientação do(a) Prof.(a) **NIELCE MENEGUELO LOBO DA COSTA**, foi analisado pela Comissão de Ética, desta Instituição, na reunião de 28 de abril de 2011, sendo considerado **APROVADO**.

Prof. Dra. Marcela Rocha de Oliveira Carrilho
Presidente da Comissão de Ética

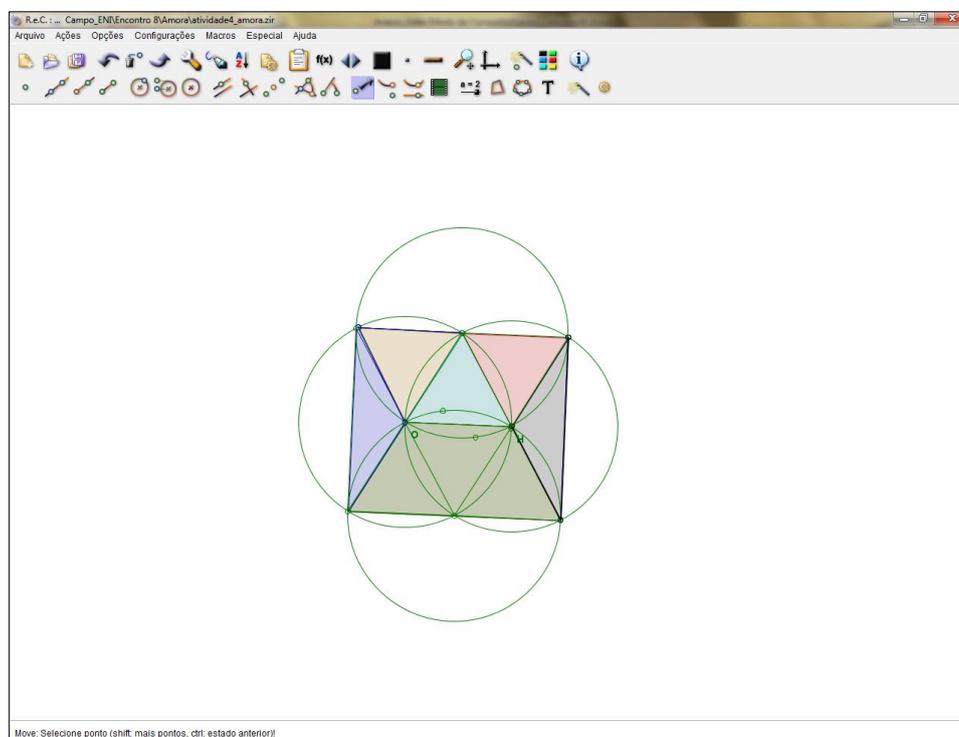
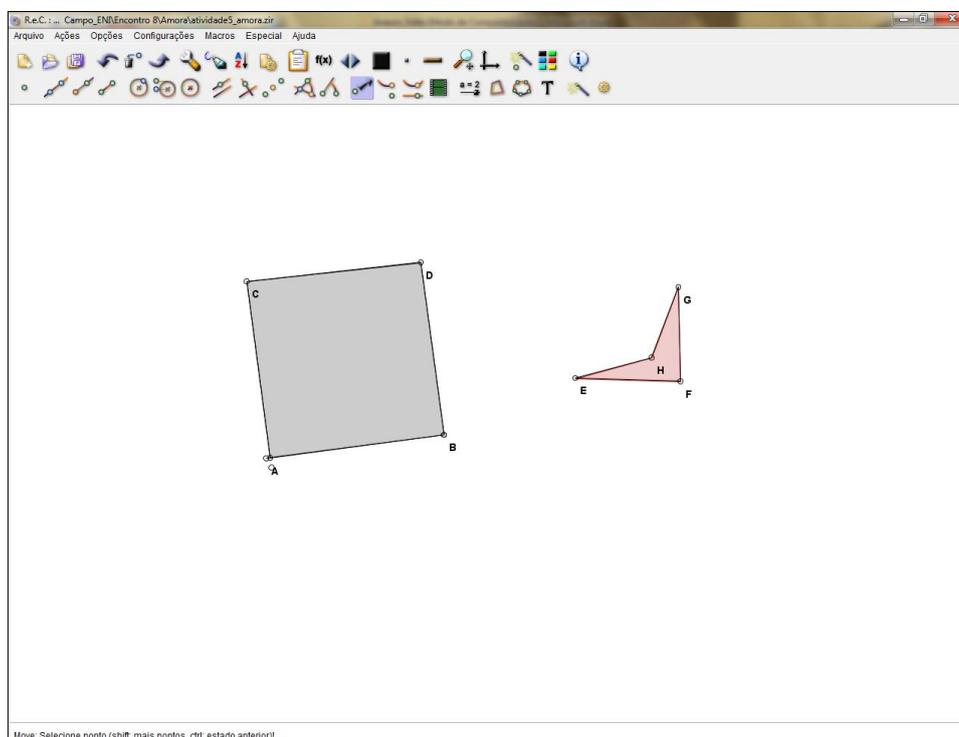
ANEXO B – Figuras construídas pela Profª Amora no software SketchUp

ANEXO C – Figuras construídas pela Profª Jade no software SketchUp

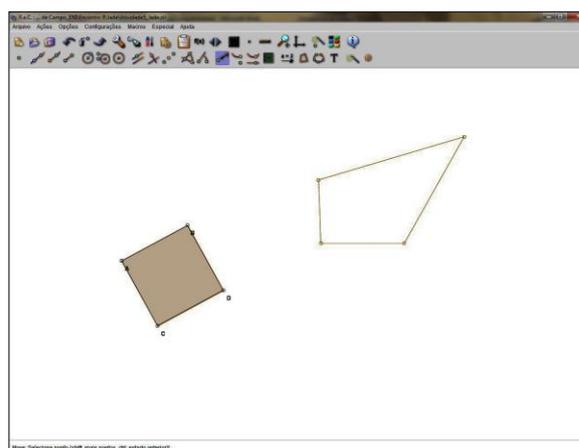
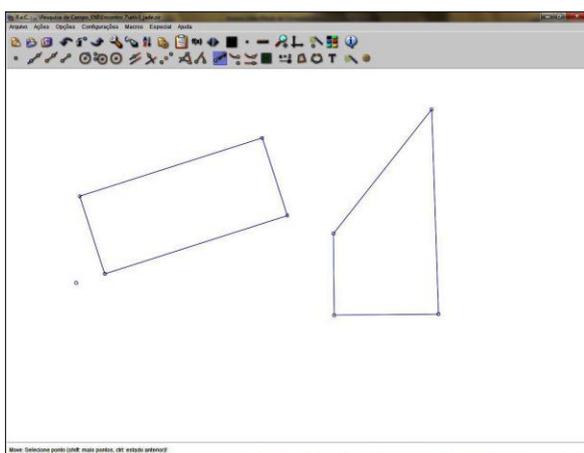
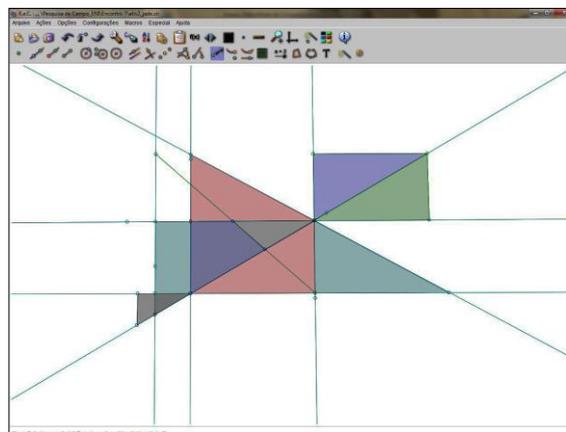
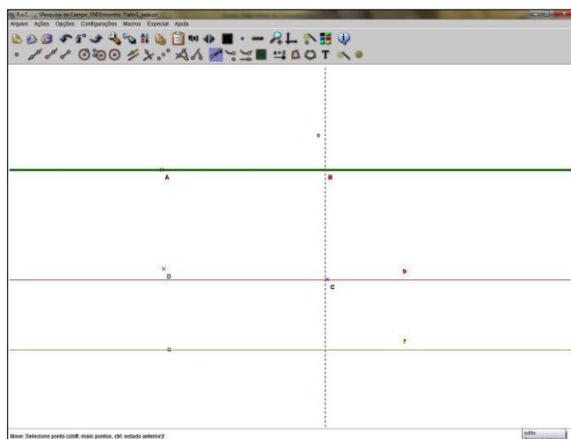


ANEXO D – Figuras construídas pela Profª La Reine no software SketchUp

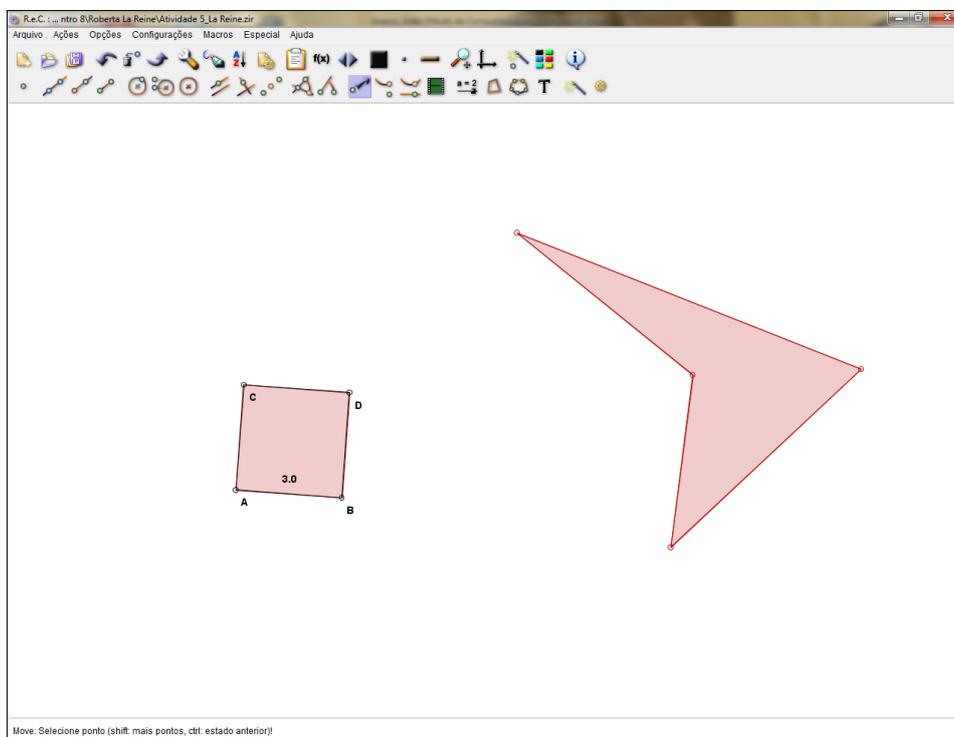
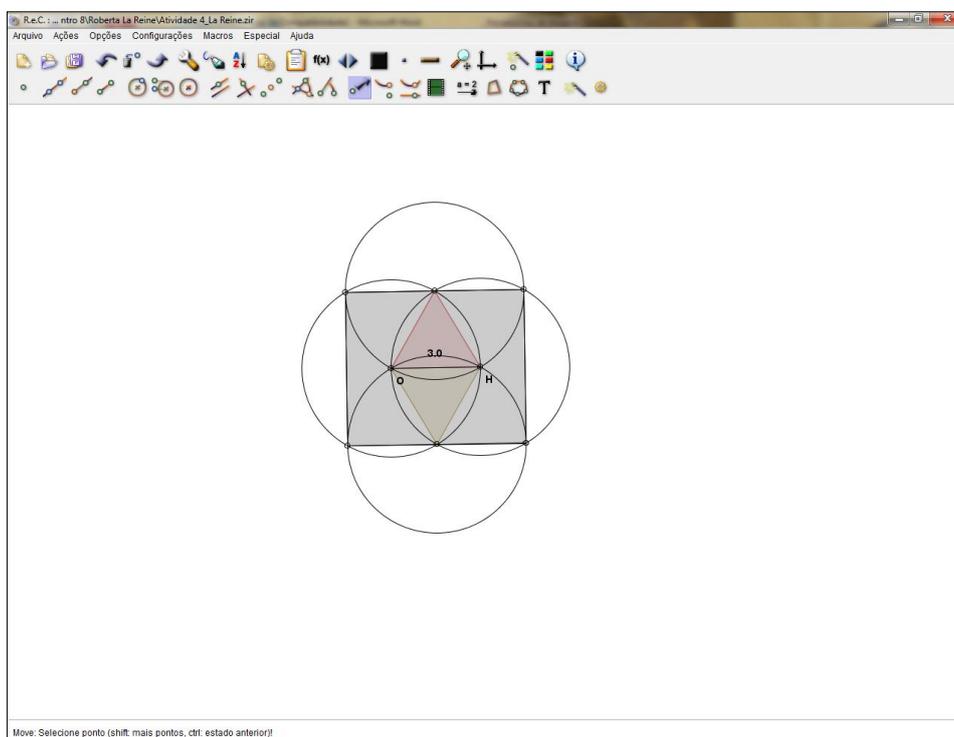
ANEXO E – Figuras construídas pela Profª Amora no software *Régua e Compasso*



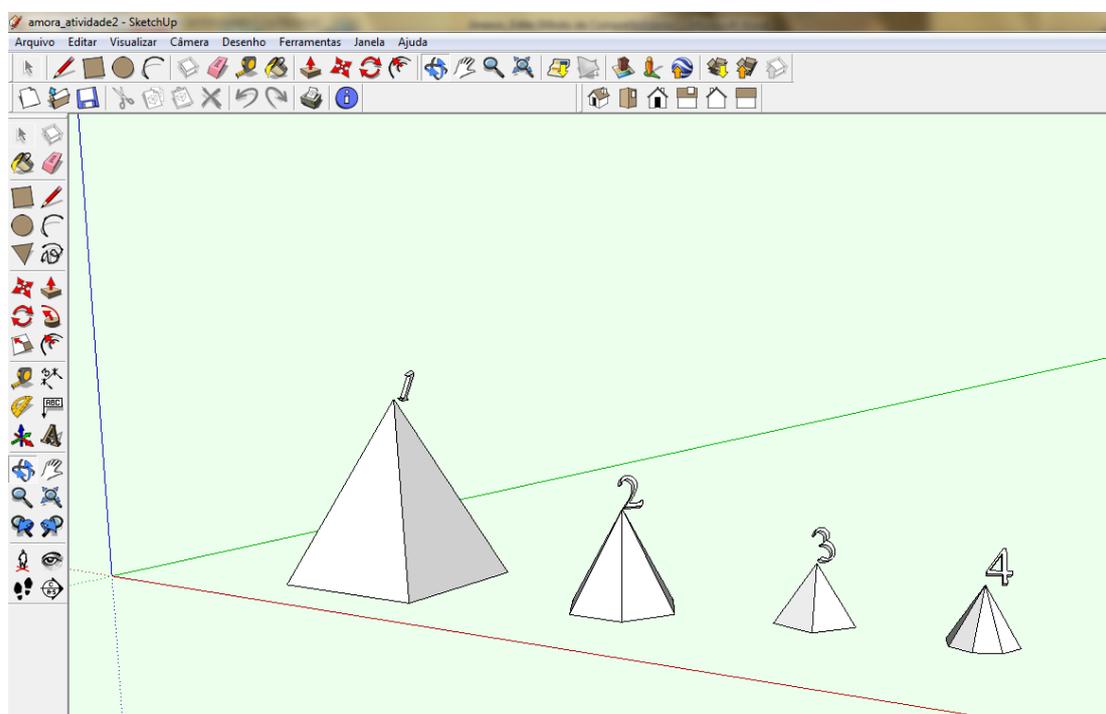
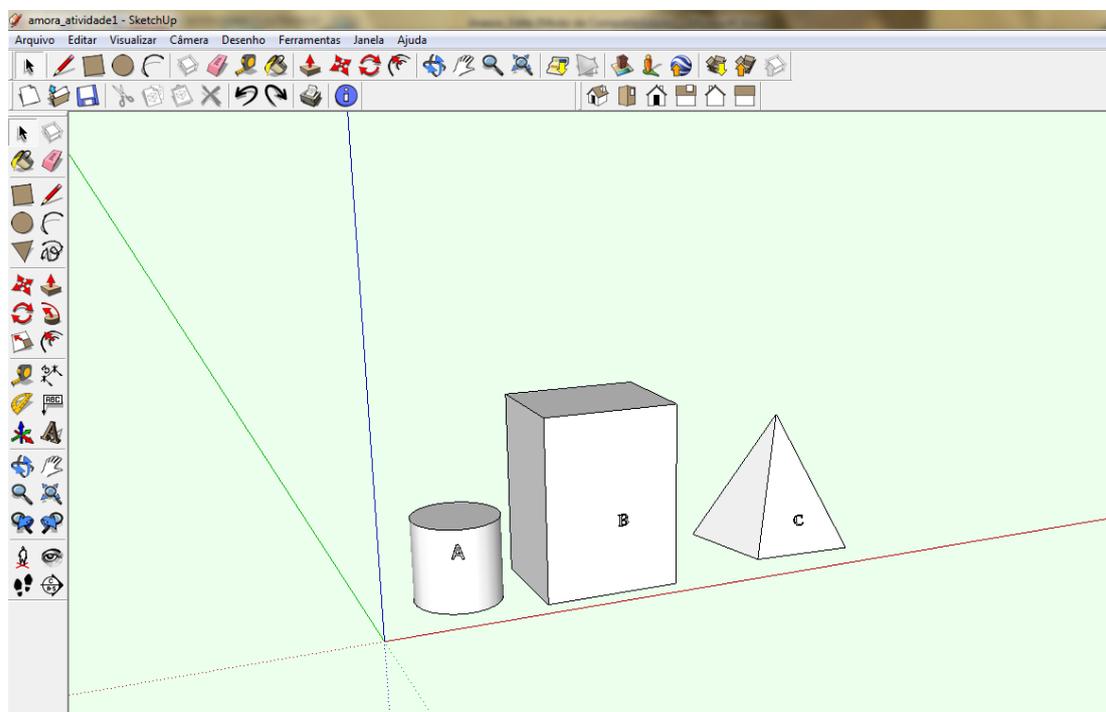
ANEXO F – Figuras construídas pela Profª Jade no software *Régua e Compasso*



ANEXO G – Figuras construídas pela Prof^a La Reine no software *Régua e Compasso*



ANEXO H – Atividades elaboradas pelo grupo no software *SketchUp* para aplicação na turma da Prof^a Amora



ANEXO I – Protocolo do aluno elaborado pelo grupo para aplicação na turma da Profª Amora

Protocolo dos alunos – Profª Amora

Nome do aluno: Turma: 408 Data:/...../.....

Atividade 1

I - Observe as figuras na tela do computador:

- a) Qual dessas figuras tem superfícies arredondadas?.....
- b) Que figuras não rolam numa superfície plana quando empurradas?.....
Por que elas não rolam?
- c) Use a ferramenta *Orbitar* para observar as faces da Figura B.
Quantas faces ela tem?.....
Todas as suas faces tem o mesmo número de lados?.....
Que forma essas faces têm?.....
- d) Pinte a figura que não tem aresta.

Atividade 2

II - Observe as figuras que aparecem na tela de seu computador e use a ferramenta *Orbitar* para responder as perguntas abaixo:

- a) Em todas essas figuras, as faces laterais têm o mesmo número de lados?.....
- b) Que forma essas faces têm?.....
- c) E as faces que estão apoiadas na superfície, também têm o mesmo número de lado em todas essas figuras?.....
- d) Todas essas pirâmides têm a mesma quantidade de vértices?
- e) Complete a tabela abaixo com o número de lados da base de cada pirâmide e também com o número total de vértices de cada uma:

	Figura 1	Figura 2	Figura 3	Figura 4
Nº de lados da base				
Total de vértices da figura				

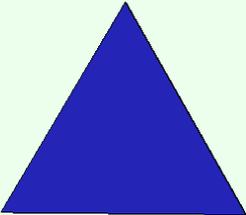
- f) Pense e descubra quantos lados precisa ter a base de uma pirâmide para que ela possua um total de quatro vértices. Depois, desenhe essa pirâmide.

ANEXO J – Atividades elaboradas pelo grupo no software SketchUp para aplicação na turma da Profª La Reine

Atividade 1 La Reine - SketchUp

Arquivo Editar Visualizar Câmera Desenho Ferramentas Janela Ajuda

a) Quantos lados tem essa figura?
b) Que figura você está vendo?
c) Orbite essa figura e veja o que você descobre.
d) Construa uma figura semelhante a esta com as seguintes características:
- outra cor
- tamanho menor
- mais fina



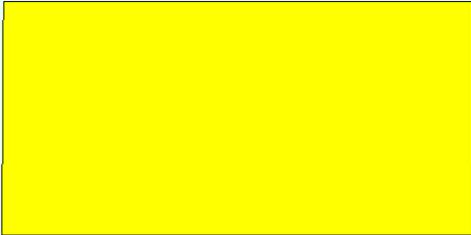
Atividade 2 La Reine - SketchUp

Arquivo Editar Visualizar Câmera Desenho Ferramentas Janela Ajuda

Inferior

Você está vendo uma figura que tem a forma de uma peça dos Blocos Lógicos.

a) Que peça é essa?
b) Quantos lados você está vendo nessa figura?
c) Qual o nome dessa figura?
d) Orbite e observe todas as partes que formam essa figura.
e) Construa outra figura dos Blocos Lógicos com forma, cor, tamanho e espessura diferentes dessa figura.



ANEXO K – Protocolo do aluno elaborado pelo grupo para aplicação na turma da Profª La Reine

Protocolo dos alunos – Profª La Reine

Nome do aluno: Turma: Data:/...../.....

Atividade 1

I - Observe a figuras na tela do computador:

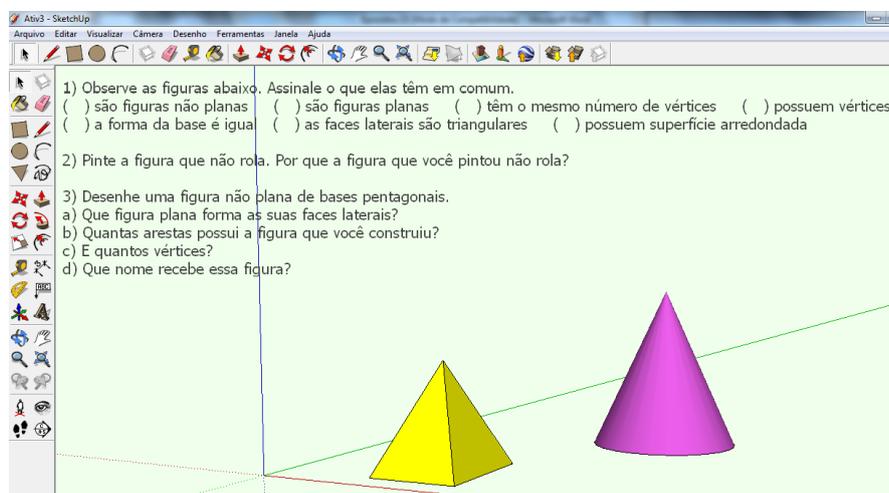
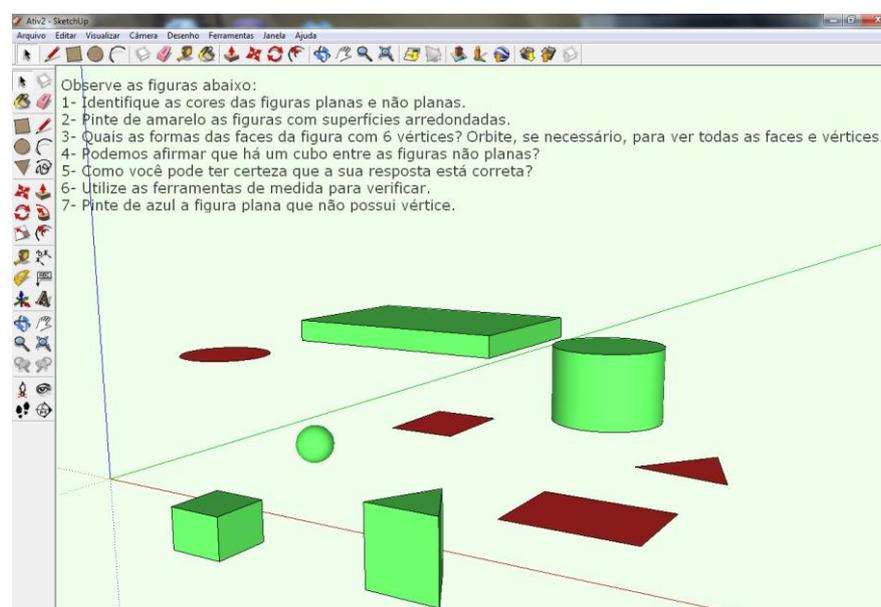
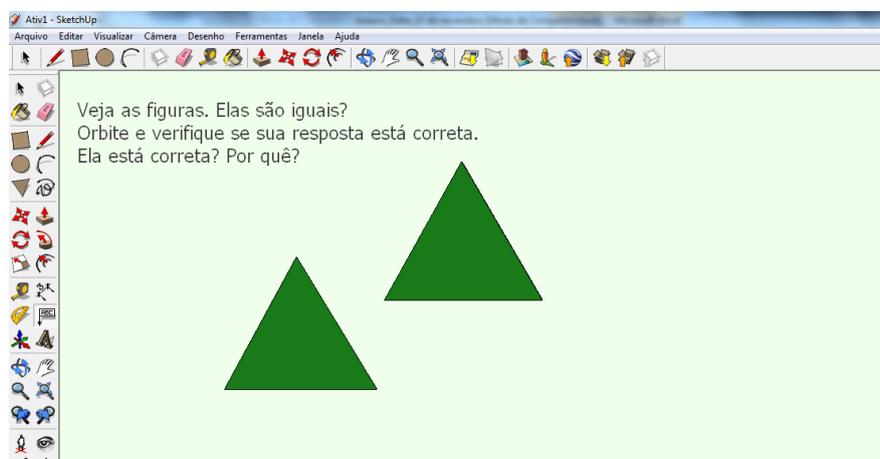
- a) Quantos lados tem essa figura?.....
- b) Que figura você está vendo?.....
- c) Orbite essa figura e veja o que você descobre.
- d) Construa uma figura semelhante com as seguintes características:
 - outra cor
 - tamanho menor
 - mais fina

Atividade 2

II – Você está vendo uma figura que tem a forma de uma peça dos Blocos Lógicos.

- a) Que peça é essa?.....
- b) Quantos lados você está vendo nessa figura?.....
- c) Qual o nome dessa figura?.....
- d) Orbite e observe todas as partes que formam essa figura.
- e) Construa outra peça dos Blocos Lógicos com forma, cor, tamanho e espessura diferentes dessa figura.

ANEXO L – Atividades elaboradas pelo grupo no software SketchUp para aplicação na turma da Prof^a Jade



ANEXO M – Protocolo do aluno elaborado pelo grupo para aplicação na turma da Profª Jade

Protocolo dos alunos – Profª Jade

Nome do aluno: Turma: Data:/...../.....

Atividade 1

- a) Veja as figuras. Elas são iguais?
- b) Orbite para descobrir a sua resposta.
- c) Ela está correta. Por quê?
-

Atividade 2

Observe as figuras e ...

- a) Identifique as cores das figuras planas e não planas.
planas:
não planas:
- b) Pinte de amarelo as figuras com superfícies arredondadas.
- c) Quais as formas das faces da figura com 6 vértices? Orbite, se necessário, para ver todas as faces e vértices.
.....
- d) Podemos afirmar que há um cubo entre as figuras não planas?
- e) Como você pode ter certeza que a sua resposta está correta?
-

Utilize as ferramentas de medidas para verificar.

- f) Pinte de azul a figura plana que não possui vértice.

Atividade 3

- a) Observe as figuras que aparecem desenhadas na tela do computador. Assinale o que elas têm em comum:
() são figuras não planas () são figuras planas () possuem vértices () têm o mesmo número de vértices
() a forma da base é igual () as faces laterais são triangulares
() possuem superfície arredondada
- b) Pinte a figura que não rola. Por que a figura que você pintou não rola?
-
- c) Com a ferramenta adequada, desenhe uma figura não plana de bases pentagonais.
- Que figura plana forma as suas faces laterais?
 - Quantas arestas possui a figura que você construiu?
 - E quantos vértices?
 - Que nome recebe essa figura?