



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

JOZEILDO JOSÉ DA SILVA

**O SOFTWARE RÉGUA E COMPASSO COMO RECURSO
METODOLÓGICO PARA O ENSINO DE GEOMETRIA
DINÂMICA**

**CAMPINA GRANDE / PB
2011**

JOZEILDO JOSÉ DA SILVA

**O SOFTWARE RÉGUA E COMPASSO COMO RECURSO
METODOLÓGICO PARA O ENSINO DE GEOMETRIA
DINÂMICA**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática CCT/UEPB, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Linha de pesquisa: Tecnologias da Informação, Comunicação e Cultura Científica

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro Moita

CAMPINA GRANDE / PB
2011

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na sua forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL-UEPB

S586s

Silva, Jozeildo José da.

O software régua e compasso como recurso metodológico para o ensino de geometria dinâmica [manuscrito] / Jozeildo José da Silva. – 2011.

121 f. : il. color.

Digitado.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática), Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual da Paraíba, 2011.

“Orientação: Profa. Dra. Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro Moita, Departamento de Educação”.

1. Ensino de matemática. 2. Geometria. 3. Aprendizagem. I. Título.

21. ed. CDD 510

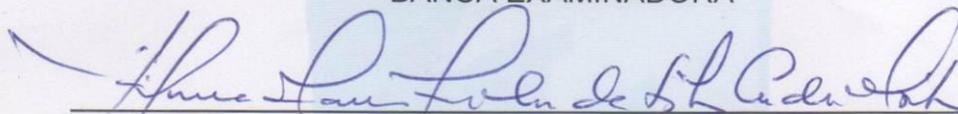
JOZEILDO JOSÉ DA SILVA

O SOFTWARE RÉGUA E COMPASSO COMO RECURSO
METODOLÓGICO PARA O ENSINO DE GEOMETRIA DINÂMICA

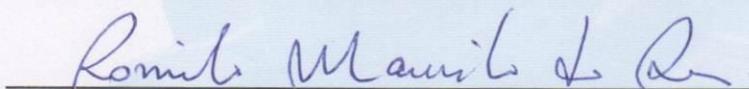
Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática CCT/UEPB, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovado em 24 / 10 / 2011

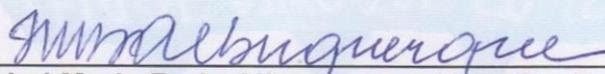
BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Dr.^a Filomena Maria G. da S. Cordeiro Moita / UEPB – Orientadora



Prof. Dr. Rômulo Marinho do Rêgo / UEPB – Examinador Interno



Prof.^a Dr.^a Izabel Maria B. de Albuquerque / UFCG – Examinadora Externa

CAMPINA GRANDE / PB

2011

Aos meus familiares: minha mãe, Maria de Lourdes (in memoriam), ao meu filho, Kawan, a minha esposa, Lucialin, e a todos os meus irmãos, pelo carinho, pelo companheirismo, por serem razões de minha existência e por motivos que apenas nós conhecemos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha existência, por me conceder essa conquista, pela motivação ao ato de viver, de enfrentar os obstáculos da vida, pela conquista da formação de minha família;

A minha orientadora, Professora Dra. Filomena Moita, pelo esforço, pela dedicação, pela paciência, pela confiança depositada em mim, pelos ensinamentos acadêmicos, no sentido de contribuir com este trabalho, e por me ensinar que jamais devo baixar a cabeça diante das dificuldades;

A minha mãe, Maria de Lourdes da Silva (in memoriam), pelo carinho, pelo companheirismo, por ser uma das razões de minha existência, pela educação, pelo amor e também por ser uma das responsáveis por minhas conquistas acadêmicas. Mãe, você viverá eternamente em meu coração.

A minha esposa, Profa. Lucilain Silva, que sempre me incentivou a galgar esses degraus, pelo apoio nos momentos difíceis, pelo amor que nos une, pelo companheirismo, pelo carinho e pela responsabilidade de nossa estrutura familiar;

Ao meu filho, Kawan Silva, pela conquista do amor de pai e pela força que, mesmo pequenino, deposita mim;

Aos meus irmãos, pelo apoio que sempre me deram e por me incentivarem a continuar na luta pelas minhas realizações;

Aos Professores Doutores, Rômulo, Izabel e Ana Paula Bispo, pelas contribuições dadas a esta pesquisa, pela paciência, atenção e amizade e pelos ensinamentos acadêmicos durante as disciplinas ministradas.

Aos amigos Neyr Muniz, Helder Alves, Paulo Ribeiro, Lialda Cavalcante, Marcelo Severino e tantos outros companheiros, pelo incentivo para superar os obstáculos, pelas palavras amigas e pelo apoio nos momentos mais difíceis dessa caminhada;

Ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da UEPB, através do seu corpo docente, pelas contribuições acadêmicas que me impulsionaram a galgar os degraus dessa caminhada.

O conhecimento é significativo por definição. É o produto significativo de um processo psicológico cognitivo (“saber”) que envolve a interação entre ideias “logicamente” (culturalmente) significativas, ideias anteriores (“ancoradas”) relevantes da estrutura cognitiva particular do aprendiz (ou estrutura dos conhecimentos desse) e o “mecanismo” mental do mesmo para aprender de forma significativa ou para adquirir e reter conhecimentos.

(David Ausubel)

RESUMO

Esta dissertação tem como objetivo investigar o uso do software “Régua e compasso”, como recurso metodológico para o ensino de Geometria. O estudo teve como base teórica o Modelo de Van Hiele, a Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003) e a Teoria Construcionista (PAPERT, 1994), atreladas aos estudos sobre a Geometria Dinâmica (ZULATTO, 2002; GRAVINA, 1996; COWPER, 1994). A pesquisa partiu da dificuldade de identificar e explorar as propriedades presentes em figuras geométricas estáticas, observadas em material impresso, como os livros didáticos. O universo da pesquisa foi constituído por duas escolas públicas. Em uma delas, a pesquisa foi realizada com alunos, e na outra, com professores, e englobou um estudo de caso múltiplo, com observação participante, realizada em duas etapas. Seu público alvo foi constituído por alunos do 7º ano do Ensino Fundamental e professores de Matemática de escolas públicas. Os resultados da pesquisa apontaram que há uma grande necessidade, no que tange ao ensino de geometria, pautado na manipulação de figuras geométricas para exploração de suas propriedades e elementos. A pesquisa ainda revelou que, por meio do uso do software “Régua e compasso”, os alunos se tornaram mais interativos e foram desafiados a conjecturar, validar hipóteses e verificar propriedades presentes em figuras geométricas. O estudo permitiu observar que grande parte dos professores participantes da pesquisa se considera preparada para o uso de novas tecnologias no ensino de matemática, mas que a escola precisa se adequar a tais avanços.

Palavras-chave: Geometria Dinâmica. Régua e Compasso. Van Hiele. Aprendizagem Significativa. Construcionismo.

ABSTRACT

This dissertation aims to investigate the use of software Ruler and Compass as a methodological resource for teaching geometry. The study was on theoretical base the Van Hiele's Model, the Meaningful Learning Theory (AUSUBEL, 2003) and the Constructivist Theory (PAPERT, 1994) linked to studies on the Dynamic Geometry (ZULATTO, 2002; GRAVINA, 1996, Cowper, 1994). The research was based on the difficulty of identifying and exploiting these properties in geometric patterns observed in static printed material such as textbooks. The research universe was formed for two public schools and one of these schools the research was conducted with students and in other school the research was conducted with teachers. The research involved a multiple case study using participant observation was conducted in two stages. The target audience of the research was formed by students of the 7th year of elementary school and teachers math of public schools. The results of the research show that there is an enormous need regarding the teaching of geometry founded on the manipulation of geometric figures to explore their properties and elements. The research also revealed that from the use of the software Ruler and Compass students have become more interactive and that during use they were challenged to conjecture, validate hypothesis and verify properties present in geometric figures. The study allowed us to observe that most of the teachers participating in the research are considered prepared for the use of new technologies in teaching mathematics, but that the school needs to adapt to such developments.

Keywords: Dynamic Geometry. Compass and Ruler. Van Hiele. Meaningful Learning. Constructivism.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Sujeitos e grupos	64
Quadro 2 – Opinião dos alunos em relação à interação interpessoal	81
Quadro 3 – Avaliação dos alunos em relação à abordagem dos conteúdos	82

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Frequência de uso do computador pelos alunos por semana	71
Gráfico 2 – Local onde os alunos mais utilizam o computador	72
Gráfico 3 – Uso do computador em atividades de outras disciplinas	72

LISTA DE DIAGRAMAS

Diagrama 1 – Ensino e aprendizagem através do computador	43
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Baricentro de um triângulo	33
Figura 2 – Representação da bissetriz através do software Régua e Compasso	49
Figura 3 – Tela inicial do software Régua e Compasso	53
Figura 4 – Triângulo construído pelo software Régua e Compasso	54
Figura 5 – Recurso “arrastar” em figura geométrica regular	56
Figura 6 – Recurso “arrastar” em figura geométrica irregular	56
Figura 7 – Manipulação de figura usando-se o recurso arrastar	57
Figura 8 – Uso de retas paralelas para verificar conjecturas	57
Figura 9 – Conjecturando a partir de medidas dos lados de um quadrilátero	58
Figura 10 – Atividade 1, com quadriláteros	74
Figura 11 – Atividade 2, com hexágono	77
Figura 12 – Atividade 3, com triângulo isóscele	79
Figura 13 – Applet gerado pelo participante $\alpha 4$	90
Figura 14 (a) – Verificação de propriedade geométrica em quadrilátero utilizando-se a ferramenta ângulo por $\alpha 4$	91
Figura 14 (b): Verificação de propriedade geométrica em quadrilátero utilizando-se a ferramenta reta perpendicular por $\alpha 3$	91
Figura 15 – Tela da construção do pseudoquadrado	105
Figura 16 – Exportando para HTML para criar o applet pseudoquadrado	106
Figura 17 – Construção do quadrilátero qualquer	107
Figura 18 – Exportando para HTML para criar o quadrilátero qualquer	107
Figura 19 – Download do software Régua e Compasso para Linux	113
Figura 20 – Salvando o arquivo zirkel.jar	113
Figura 21 – Verificação da instalação do software Régua e Compasso	114
Figura 22 – Criando atalho do software na área de trabalho	115
Figura 23 – Criando atalho para o software Régua e Compasso no Linux	115
Figura 24 – Inserindo comandos para executar o software	116

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	15
1.2 PRESSUPOSTOS PARA A PESQUISA	18
1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	20
2 GEOMETRIA E TEORIAS DA APRENDIZAGEM: DISCUSSÕES TEÓRICAS	21
2.1 A IMPORTÂNCIA DOS CONCEITOS GEOMÉTRICOS PARA A FORMAÇÃO DO ALUNO	21
2.2 O PENSAMENTO GEOMÉTRICO SEGUNDO O MODELO DE VAN HIELE.	23
2.2.1. Propriedades decorrentes do modelo de Van Hiele	25
2.3 VISUALIZAÇÃO E REPRESENTAÇÃO GEOMÉTRICA	26
2.4 GEOMETRIA: CONJECTURAS, HIPÓTESES E DEMONSTRAÇÕES	28
2.5 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E SUA IMPORTÂNCIA PARA O ENSINO DE GEOMETRIA	30
2.5.1 Aprendizagem significativa: impulso cognitivo e motivação	32
2.6 O CONSTRUCIONISMO E SEU PAPEL FRENTE AO ENSINO DE GEOMETRIA	33
2.6.1 A bricolagem como possibilidade para o ensino de Geometria	36
3 TECNOLOGIAS DIGITAIS: NOVAS TENDÊNCIAS PARA A SALA DE AULA	39
3.1 DISCUSSÕES SOBRE A INFORMÁTICA NA ESCOLA	39
3.2 O COMPUTADOR COMO RECURSO DIDÁTICO	42
3.3 OS SOFTWARES EDUCATIVOS E SUAS APLICABILIDADES	45
4 GEOMETRIA DINÂMICA E O USO DO SOFTWARE RÉGUA E COMPASSO	47
4.1 GEOMETRIA DINÂMICA E AS POSSIBILIDADES DE EXPLORAÇÃO DOS SOFTWARES	48
4.2 EIXOS NORTEADORES PARA O USO DO SOFTWARE RÉGUA E COMPASSO	50
4.3 APRESENTAÇÃO DO SOFTWARE RÉGUA E COMPASSO	52
4.4 OS RECURSOS PRESENTES NO SOFTWARE: CONCEPÇÕES TEÓRICAS	54

5 METODOLOGIA DO ESTUDO	59
5.1 A NATUREZA DA PESQUISA	59
5.1.1 O estudo de caso	60
5.2 O UNIVERSO DA PESQUISA	61
5.3 SUJEITOS	63
5.4 AS ETAPAS DA PESQUISA	64
5.4.1 Etapa I	64
5.4.2 Etapa II	65
5.5 OS INSTRUMENTOS PARA A COLETA DOS DADOS	67
5.6 PROBLEMA PRELIMINAR: A INSTALAÇÃO DO SOFTWARE NO LINUX ...	68
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	70
6.1 ANÁLISE SOBRE O USO DO COMPUTADOR PELOS ALUNOS	70
6.2 ANÁLISES E DISCUSSÕES DAS ATIVIDADES REALIZADAS NO LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA PELOS ALUNOS	73
6.2.1 Atividade com quadriláteros	74
6.2.2 Atividade com hexágono	77
6.2.3 Atividade com triângulo	79
6.3 DISCUSSÕES EM RELAÇÃO AO USO DO SOFTWARE RÉGUA E COMPASSO PELOS ALUNOS	80
6.4 ANÁLISE DAS ENTREVISTAS REALIZADAS COM OS PROFESSORES.	84
6.5 O MINICURSO REALIZADO COM OS PROFESSORES	87
6.5.1 Discussões a partir de figuras pré-construídas	90
7 CONCLUSÃO	94
REFERÊNCIAS	98
APÊNDICES	103
Apêndice A – Atividades do minicurso realizadas com os professores	104
Apêndice B – Questionário respondido pelos alunos após o uso do software Régua e Compasso	109
Apêndice C – Atividades realizadas pelos alunos através do uso do software Régua e Compasso	110
Apêndice D – Questionário respondido pelos alunos após o uso do software régua e compasso	111
Apêndice E – Roteiro de entrevista realizada com professores antes do uso do software Régua e Compasso	112

Apêndice F – Tutorial para instalação do software Régua e Compasso no Linux Educacional 3.0	113
ANEXOS	118
Anexo 1 – Carta de anuência da pesquisa na escola	119
Anexo 2 – Termo de consentimento livre e esclarecido para alunos	120
Anexo 3 – Termo de anuência da pesquisa pelos professores	121

1 INTRODUÇÃO

A cada dia, notamos que as Tecnologias Digitais estão mais presentes entre as pessoas, entre elas, destacamos o uso do computador. Porém, seria um exagero afirmar que todas as pessoas inseridas na sociedade apresentam uma cultura pautada nas tecnologias da informação para facilitar suas atividades cotidianas.

Por outro lado, observando culturas de países que dominam o uso dessas tecnologias, nota-se que existe um perfil de desenvolvimento econômico e social superior em relação a países em que a cultura tecnológica inexistente ou é pouco presente. Independentemente das distintas realidades presentes nos diferentes países, não é uma novidade afirmar que os computadores estão se comportando como dispositivos capazes de utilizar mecanismos virtuais para resolver situações reais, facilitando a atividade humana (LÈVY, 1993).

Discussões sobre o uso de tecnologias, no espaço educacional, é algo que se tornou comum, o que não significa que esse é um assunto fácil de ser analisado. Essas discussões dão origem a várias pesquisas relacionadas ao tema, na tentativa de investigar detalhadamente como se dá a integração das tecnologias no ambiente escolar como ferramenta pedagógica.

No que diz respeito à utilização de ferramentas tecnológicas no ensino de matemática, alguns estudos têm investigado sua contribuição para a aprendizagem de conceitos (CARRAHER, 1992; PAPERT, 1994; SERRAZINA, 1995). Outros estudos relacionados ao ensino da Geometria, através das Tecnologias Digitais (ZULATTO, 2002; GRAVINA, 1996; COWPER, 1994), propõem a inserção da Geometria Dinâmica como recurso metodológico por meio de softwares educativos.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

No ambiente escolar, é comum observarmos alunos que apresentam problemas de aprendizagem, principalmente em Matemática. A partir desse

contexto, professores e pesquisadores realizam estudos, na tentativa de verificar as principais causas para esses problemas e possíveis soluções para amenizar essa realidade vivenciada pela escola.

No que se refere ao campo da Geometria, em nossa vivência como professor de Matemática, temos observado que os alunos demonstram muita dificuldade de construir e explorar os elementos típicos da Geometria Plana e, conseqüentemente, dificuldades relacionadas à assimilação de conceitos e à identificação de propriedades presentes em figuras e elementos geométricos.

Algumas pesquisas realizadas sobre o ensino de Geometria (VAN HIELE e VAN HIELE, 1986; PEREZ, 1991; LORENZATO, 1995) confirmam a existência de tais problemas na aprendizagem relacionados à formulação dos conceitos geométricos. Fazendo uma reflexão, como educadores, percebemos que não basta identificar as causas que levam os alunos a apresentarem essas dificuldades, mas é preciso buscar medidas que contribuam para que eles melhorem o desempenho nesse campo do conhecimento.

Em um caso particular, por exemplo, quando os alunos se deparam com a representação de um retângulo, comumente, não conseguem perceber as propriedades geométricas presentes nessa figura. Partindo desse contexto, o problema de pesquisa é o fato de que figuras estáticas, como as impressas nos livros didáticos, dificultam a aprendizagem do aluno, uma vez que não há possibilidade de manipular e explorar seus elementos através da ampliação, da redução, do deslocamento, entre outros.

Outra questão que agrava ainda mais a situação é que, quando utilizam materiais manipulativos como a régua e o compasso, os alunos constroem as figuras com base em instruções existentes nos livros didáticos ou mesmo com a ajuda do professor e, na maioria das vezes, não percebem a “riqueza” das propriedades presentes nelas, pelo fato de não poderem manipulá-las dinamicamente. Dessa forma, a criatividade do aluno pode se tornar limitada, e a aprendizagem ser fruto da mecanização.

Pensando nisso surgem, por meio das novas tecnológicas da informação, softwares educativos que visam facilitar e tornar mais significativo o trabalho do professor e a aprendizagem do aluno. Porém, a inserção dessas novas ferramentas na educação não se dá de maneira instantânea, pois existem muitos paradigmas a serem rompidos e/ou criados. Um deles é o fato de que a maioria das escolas, como

é o caso das duas em que realizamos a pesquisa, os próprios professores fazem pouco uso da tecnologia no ensino, embora boa parte dos alunos considere os recursos tecnológicos como algo comum em seu cotidiano, tais como: o celular, o computador, o Ipod e o MP4.

As pessoas, no entanto, fazem parte de uma cultura pautada numa reeducação em relação ao ato de organizar a informação e disseminar conhecimentos, razão por que já vêm acompanhando esses avanços e essas novas formas de agir e de pensar. Dessa forma, não podemos afirmar que as pessoas estão leigas aos avanços causados pelas tecnologias pautadas na relação homem x máquina, pois a tecnologia é que tem origem nas próprias ações e necessidades do homem.

Lèvy (1993) aponta que as novas tecnologias são responsáveis por causar várias mudanças no comportamento das pessoas e afetam sua maneira de pensar, agir, trabalhar e estudar. A partir desse contexto, em relação ao ambiente escolar, os alunos também sofrem essas mudanças que podem interferir em seus comportamentos. Mas, se a escola se recusa a usar a tecnologia como recurso didático, uma das hipóteses levantadas por Lèvy (1993), Papert (1994) e Valente (1999) é o fato de que, no ambiente educacional, os alunos podem estar vivenciando contextos que não condizem com as inovações inseridas na sociedade, uma vez que as tecnologias da informação, através do uso do computador, já estão presentes em seu cotidiano.

A escola, observando essas mudanças ocasionadas pelo uso das tecnologias e tendo o papel social de formar gerações aptas a enfrentarem os desafios impostos pela sociedade, deve reconhecer que os alunos, desde os anos iniciais, devem estar situados nessa cultura, para que, como cidadãos, sejam, como produto do processo educacional, sujeitos ativos do meio em que vivem.

Nessa perspectiva, esta dissertação tem como objetivo investigar o uso do software Régua e Compasso como uma estratégia metodológica para o Ensino de Geometria. Além de investigar tais concepções, procuramos verificar também como o software contribui com o processo ensino-aprendizagem da Geometria, a partir das concepções de alunos e professores, com ênfase na formulação de conceitos tendo como foco a questão da conjectura, da visualização e da manipulação das figuras geométricas.

Os estudos teóricos estão entrelaçados ao Modelo de Van Hiele, à Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e à Teoria Construcionista de Papert. Assim, a pesquisa engloba dois estudos de caso: um deles realizado com alunos do 7º ano do Ensino Fundamental (6º ao 9ª ano), e o outro, com professores de Matemática que lecionam nessa modalidade de ensino. Ambos os sujeitos pertencem a escolas públicas localizadas no município de Orobó, interior do estado de Pernambuco (Brasil).

1.2 OS PRESSUPOSTOS PARA A PESQUISA

Rotineiramente, é comum que os alunos recorram ao uso das tecnologias e passem a utilizá-las como instrumentos de lazer ou em suas necessidades cotidianas. Eles, cada vez mais, costumam utilizar o computador como aliado, e seu uso é frequente nas LAN Houses ou mesmo em suas residências. Alguns alunos que possuem computador em casa o utilizam para explorar jogos eletrônicos, pesquisar assuntos de seu interesse e usar softwares que atendam as suas necessidades. Portanto, esses recursos tecnológicos já fazem parte da vida dos alunos.

Algumas pesquisas (CARRAHER, 2006; PAPERT, 1994) apontam que os alunos se sentem mais estimulados a aprender quando a escola relaciona as ações presentes em sua vida cotidiana com as práticas vivenciadas no ambiente escolar.

Na perspectiva de compreender como os alunos aprendem e, ao mesmo tempo, focalizando-nos em um ensino que traga mais significado para o aluno, consideramos que, para esta pesquisa, o Modelo de Van Hiele, a Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 1968) e a Teoria Construcionista (PAPERT, 1994) são as que mais se enquadram aos seus objetivos.

Nessa perspectiva, acreditamos que a aprendizagem só pode acontecer se houver maturação do aluno em relação ao tema abordado, se ele estiver predisposto a aprender, e se o material didático for atrativo.

Justificamos a escolha da Teoria da Aprendizagem Significativa para o estudo porque, em nossa vivência como professor de Matemática, temos percebido que não basta ensinar sem que esse ensino seja significativo para o aluno e realizamos também um estudo sobre o Modelo de Van Hiele com a finalidade de compreendermos os níveis de maturação geométrica em que os alunos estão situados para termos melhores condições de direcionar nossa pesquisa.

Em relação à Teoria Construcionista, justificamos seu estudo por acreditar que o computador, a partir do software, é um recurso didático que proporciona aulas com uma perspectiva dinâmica, em que o professor tem a possibilidade de usar métodos que levem os alunos a desenvolverem seu próprio mecanismo de aprendizagem.

A partir dos estudos realizados durante as disciplinas do Programa de Mestrado na Universidade Estadual da Paraíba e do grupo TDAC (Tecnologias Digitais e Aquisição do Conhecimento) e nos estudos teóricos sobre o uso das Tecnologias Digitais no ensino (PAPERT, 1994, LÉVY, 1993 e VALENTE, 1999), acreditamos no potencial dos recursos tecnológicos como forma de tornar a prática docente mais significativa e promover para os alunos mais estímulo e predisposição para aprender.

Em relação aos recursos tecnológicos, durante as atividades que desenvolvemos no grupo TDAC, percebemos que os alunos se tornam mais criativos quando exploram simples softwares como editores de texto e imagens, jogos eletrônicos, comunicadores instantâneos, como o MSN, além de ambientes virtuais, como o Orkut, o Twitter e o Facebook ou Myspace.

Nessa perspectiva e tendo por base os estudos sobre os softwares educativos apontados por Tajra (2001), Papert (1994), Zullato (2002), entre outros, iniciamos as buscas com o intuito de identificar o software que atendesse aos objetivos do nosso estudo. Depois de analisar alguns deles, percebemos que o software “Régua e Compasso” pode preencher a lacuna apresentada pelos livros didáticos, que é a dificuldade de manipular as figuras estáticas, já que esse software de Geometria Dinâmica proporciona um estudo de Geometria que permite ao aluno, além de construir hipóteses, investigá-las, conjecturá-las e validá-las, por meio de figuras pré-construídas, de forma dinâmica.

Uma das vantagens que encontramos nesse software foi a viabilidade do uso em escolas públicas, já que tem licença gratuita e funciona nos dois sistemas

operacionais mais utilizados no Brasil - o Microsoft Windows e o Linux. Além disso, sua interface é atrativa e, portanto, bem adequada para os alunos do Ensino Fundamental.

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

No que diz respeito à estrutura, esta dissertação é composta por uma introdução, em que são explícitos os problemas, a justificativa e os objetivos da pesquisa; no segundo capítulo, abordamos aspectos sobre os conceitos geométricos, apoiados no Modelo de Van Hiele, e a importância do ensino de Geometria. Com base na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e na Teoria Construcionista de Papert, procedemos a uma discussão sobre o ensino de Geometria; no terceiro capítulo, tecemos algumas considerações acerca das novas tendências sobre as Tecnologias Digitais no Ensino de Geometria, dando ênfase ao uso do computador e à importância dos softwares educativos; no quarto capítulo, enfocamos os softwares de Geometria Dinâmica e destacamos o software Régua e Compasso, com sua contribuição para o Ensino de Geometria e os recursos que justificam o seu uso; o quinto capítulo traz uma abordagem sobre a metodologia utilizada na pesquisa e os caminhos que trilhamos nessa investigação, incluindo os sujeitos, os instrumentos, o local e os métodos empregados na pesquisa, além de suas etapas; no sexto capítulo, apresentamos os resultados e as discussões por meio do estudo de caso realizado com alunos e professores em que discutimos os dados à luz das teorias utilizadas na pesquisa.

Encerramos o texto com o sétimo capítulo, que representa nossa conclusão a respeito da pesquisa e as perspectivas sobre sua contribuição para o ensino de Geometria. Ao final deste trabalho, apresentamos os apêndices e os anexos utilizados como suporte para o estudo.

2 GEOMETRIA E TEORIAS DA APRENDIZAGEM: DISCUSSÕES TEÓRICAS

A Geometria não é um conhecimento novo tampouco acabado. Desde os tempos mais remotos, já existia uma demanda muito elevada de conhecimentos geométricos que incluem medidas de comprimento, cálculo de área, de volume, propriedade de figuras geométricas, construções geométricas e orientação no espaço, para empregarmos na produção de embalagens dos produtos, na arquitetura das casas e dos edifícios, na planta de terrenos, no artesanato, na tecelagem, nos campos de futebol, nas quadras de esportes, nas coreografias das danças e até na grafia das letras.

Neste capítulo, enfocamos aspectos sobre o Ensino de Geometria, como o Modelo de Van Hiele, a influência da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003) e da Teoria Construcionista de Papert (1994) para o ensino de Geometria.

Com base nesses pressupostos teóricos, pensamos em um ensino de Geometria caracterizado pela formação dos conceitos geométricos a partir do computador e que seja focalizado na investigação de propriedades, princípios ou hipóteses.

2.1 A IMPORTÂNCIA DOS CONCEITOS GEOMÉTRICOS PARA A FORMAÇÃO DO ALUNO

A Geometria, como parte integrante da Matemática, proporciona conhecimentos que contribuem para o desenvolvimento do raciocínio lógico, abstrato e cognitivo. É evidente que um ensino eficaz faz com que o aluno alcance melhor resultado e diferentes níveis de aprendizagem, visto que os conhecimentos geométricos possibilitam a construção, a abstração, a estimativa, a orientação no espaço e a tomada de decisões.

O estudo da Geometria, pautado no ensino significativo e investigativo, é necessário para uma formação matemática eficaz do aluno, pois o instiga a conjecturar, a experimentar e facilita a realização de tarefas do cotidiano, como interpretar um mapa ou a planta baixa de uma casa. O conhecimento geométrico desenvolve várias habilidades, entre elas, destacamos a habilidade de visualizar, que é importante para a orientação no espaço (BRASIL, 1998).

Apesar de seu grande valor como parte integrante da Matemática, a Geometria vem sendo, em alguns casos, pouco explorada nas salas de aula. Esse é um fato que envolve muitas discussões e ocorre, muitas vezes, pela priorização dos campos algébricos e aritméticos em relação aos campos geométricos (LORENZATO, 1995).

Lorenzato (1995) complementa que a exploração geométrica recorrendo apenas aos recursos algébricos traz enormes prejuízos ao ensino de Geometria, entre eles, podemos destacar a ausência da questão conceitual para a formação geométrica do aluno, e a prática de não se estudar Geometria certamente não leva os alunos a construírem os saberes matemáticos.

Dessa forma, a aprendizagem acaba empobrecida e desprovida de significado, quando não se considera que os diferentes ramos da Matemática são construídos por meio de interação. Ademais é importante que os alunos desenvolvam sua capacidade de raciocínio, de abstração, investigação, análise e apreensão de saberes. Para o referido autor, muitas propriedades e questões aritméticas podem ganhar mais sentido quando integradas aos conceitos geométricos.

Lorenzato (1995) afirma que, para justificar a necessidade de se ter Geometria na escola, bastaria o argumento de que, sem estudá-la, as pessoas não obteriam um razoável desenvolvimento do pensamento geométrico ou raciocínio visual. Sem essa habilidade, elas dificilmente conseguiriam resolver as situações de vida que fossem geometrizadas.

Para Pires, Curi e Campos (2000), os conceitos geométricos são extremamente importantes para a formação do aprendiz, pois, por meio deles, o sujeito da aprendizagem desenvolve um tipo especial de pensamento, que lhe permite compreender, descrever e representar, de forma organizada, o mundo em que vive, o que, dificilmente, traduz-se pela Álgebra e pela Aritmética.

Na busca de encontrar respostas para justificar o fato de o ensino de Geometria ser deixado para segundo plano em algumas escolas, percebemos que algumas pesquisas apontam que muitos professores não detêm os conhecimentos geométricos necessários para realização de suas práticas pedagógicas (PEREZ, 1991). Conforme Perez descreve, para esses professores, o dilema é tentar ensinar Geometria sem conhecê-la ou não ensiná-la. Um segundo fator que pode ser levado em conta é a exagerada importância que é dada ao livro didático tradicional, em detrimento de outras possibilidades pedagógicas, como o uso de recursos tecnológicos.

Ainda nos baseando nas concepções de Perez (1991), o ensino de Geometria, em muitos casos, é apresentado simplesmente como uma abordagem baseada em um conjunto de definições, propriedades e fórmulas, desconectado de quaisquer aplicações de natureza histórica, lógica ou cotidiana. Os recursos tecnológicos, atrelados ao ensino de Matemática, trazem muitos benefícios para o aluno, entre eles, podemos destacar: a investigação de propriedades geométricas, através de softwares de Geometria Dinâmica, a construção de figuras geométricas, a interatividade, a aprendizagem individual e grupal, que pode ocorrer também em outros ambientes que não sejam no espaço educacional (ZULATTO, 2002).

Portanto, se os professores sentem dificuldades de explorar os conhecimentos geométricos através das aulas tradicionais, a Tecnologia Digital, como o uso do computador na sala de aula, representa uma alternativa para tornar o ensino mais interativo e evitar que os conteúdos de Geometria sejam explorados usando-se apenas o quadro-negro e o giz, o que pode tornar a aula exaustiva e causar falta de interesse no aluno.

2.2 O PENSAMENTO GEOMÉTRICO SEGUNDO O MODELO DE VAN HIELE

Na sala de aula, é comum observarmos que alguns alunos reconhecem certas figuras geométricas, no entanto não sabem expressar a sua definição e as suas propriedades. Um exemplo disso é quando o aluno consegue identificar um quadrado, mas não consegue descrever as propriedades que ele apresenta.

Embasados nessa realidade, entendemos que os alunos estão situados em níveis de maturidade diferentes. Van Hiele e Van Hiele (1984, apud LINDQUIST e SHULTE, 1994) afirmam que esses comportamentos se resumem no nível de maturidade geométrica do aluno, e que ele parte de níveis mais simples para níveis mais complexos.

Lindquist e Shulte (1994) argumentam que o casal Van Hiele classificou em cinco os níveis de maturação geométrica, quais sejam: *Nível 0 ou visualização ou básico*, *Nível 1 ou Análise*, *Nível 2 ou Dedução informal*, *Nível 3 ou Dedução formal* e *Nível 4 ou Rigor*. Esses níveis descrevem características do processo de pensamento.

Segundo o modelo de Van Hiele, como referem Lindquist e Shulte (1994, p. 2),

o aluno move-se sequencialmente a partir do nível inicial, ou básico (visualização), o no qual o espaço é simplesmente observado – as propriedades das figuras não são explicitamente reconhecidas, através da sequencia (citada), até o nível mais elevado (rigor) que diz respeito aos aspectos abstratos formais da dedução. Poucos alunos alcançam o último nível.

O nível *básico* representa o estágio inicial em que os alunos notam o espaço como coisas que eles conseguem observar em torno deles próprios. Nesse nível, “os conceitos de Geometria são vistos como entidades totais, e não, como entidades que têm componentes ou atributos” (LINDQUIST e SHULTE, 1994, p. 2). Caracteriza-se pela observação da figura geométrica pelo aluno com apenas sua aparência física, sem que ele leve em conta seus elementos e propriedades.

O nível *análise* é caracterizado por uma análise dos conceitos geométricos a partir de observações experimentais, em que os alunos iniciam um processo de conjectura para identificar propriedades das figuras geométricas.

No nível da *dedução informal*, os alunos conseguem estabelecer inter-relações entre propriedades de figuras geométricas e são capazes de reconhecer classes dessas figuras; por exemplo, num quadrilátero, eles podem reconhecer que, se os lados opostos são paralelos, necessariamente, os ângulos opostos têm as mesmas medidas. Nesse nível, porém, os alunos formulam argumentos informais.

Lindquist e Shulte (1994, p. 2) apontam que o nível da *dedução formal* é parecido com o nível da *dedução informal*, porém, além das características deste último, eles são capazes de estabelecer significado, a partir das teorias geométricas,

e podem percebidos aspectos como: axiomas, postulados, definições, teoremas e demonstrações.

No último nível estabelecido pelos Van Hiele, o nível do rigor, a Geometria é vista pelo aluno em um plano abstrato; ele é capaz de desenvolver vários sistemas axiomáticos, como por exemplo, deter conhecimentos sobre Geometria não euclidiana e estabelecer comparações entre sistemas geométricos diferentes. A literatura ainda é escassa em relação a esse nível. Até mesmo os Van Hiele argumentam que os quatro primeiros níveis de seu modelo merecem mais destaque.

2.2.1 Propriedades decorrentes do Modelo de Van Hiele

Além de fornecer uma compreensão daquilo que há de específico em cada nível de pensamento geométrico, há algumas propriedades que caracterizam o modelo. Essas propriedades são particularmente significativas para professores, pois podem orientar a tomada de decisões quanto ao ensino (VAN HIELE e VAN HIELE, 1984, p. 246, apud LINDQUIST e SHULTE, 1994, p. 4).

Os Van Hiele identificaram que seu modelo apresenta cinco propriedades distintas que caracterizam os níveis de maturação geométrica. Essas características foram descritas a partir de observações de comportamentos de alunos. São elas: sequencial, avanço, intrínseco e extrínseco, linguística e combinação inadequada.

Em relação à característica “*sequencial*”, os Van Hiele afirmam que um aluno deve passar, necessariamente, por vários níveis, e para se sair bem em cada um deles, deve ter assimilado as estratégias dos níveis precedentes.

Quanto ao “*avanço*”, a progressão de um nível para outro depende mais do conteúdo e dos métodos de ensino recebidos do que da idade do aluno. Porém, nenhum método de ensino é capaz de fazer com que o aluno deixe de passar de um nível de maturação pulando para outro; pelo contrário, alguns métodos podem retardar a aprendizagem dos conceitos geométricos (LINDQUIST e SHULTE, 1994, p. 4).

A característica que torna os objetos de ensino comuns em níveis diferentes de maturação geométrica é chamada de “*intrínseco e extrínseco*”, como apontam os Van Hiele, ao afirmarem que, no nível *básico* apenas a forma de uma figura é

percebida, ou seja, a figura é obviamente determinada por suas propriedades, porém, apenas no nível *análise* essa figura geométrica é analisada de forma mais precisa, e seus componentes e propriedades são descobertos.

Do ponto de vista da característica “*linguística*”, “cada nível tem seus próprios símbolos linguísticos e seus próprios sistemas de relação que ligam esses símbolos” (VAN HIELE e VAN HIELE, 1984, p. 246). Nessa concepção, podemos afirmar que uma relação descrita em um nível pode ser modificada em outro. Como exemplo, um aluno pode argumentar que um triângulo equilátero também pode ser classificado como um triângulo acutângulo.

Uma das características que representam aspectos do Modelo de Van Hiele (1984) é a *combinação inadequada*, pois, se o aluno está situado em certo nível de acomodação geométrica, e o curso ou série está situado em um nível diferente, a aprendizagem pode não se verificar ou ocorrer de modo distorcido pelo fato de não representar significado para ele.

O conhecimento sobre as características presentes no Modelo de Van Hiele são de fundamental importância para que o professor compreenda aspectos relativos à maturação do aluno em relação aos conhecimentos geométricos.

2.3 VISUALIZAÇÃO E REPRESENTAÇÃO GEOMÉTRICA

A visualização e a representação de figuras geométricas são mecanismos que contribuem para que o aluno assimile determinados conceitos geométricos de modo que, dependendo do nível de maturação em que esteja situado, os conceitos podem ser formulados de maneira mais simples ou complexa (VAN HIELE e VAN HIELE, 1984).

As fórmulas matemáticas, embora sejam necessárias para o processo do cálculo algébrico, podem contribuir para uma aprendizagem mecânica. Muitas vezes, chega a dificultar a compreensão de conceitos geométricos, como, por exemplo, quando, por meio de uma fórmula matemática, o professor propõe ao aluno que calcule o número de diagonais de um polígono.

Não estamos descartando o uso de fórmulas algébricas no ensino de Matemática, pelo contrário, acreditamos que elas representam a generalização do

padrão de um resultado por meio dos recursos algébricos, com a finalidade de facilitar a resolução de um problema. Contudo, no que se refere ao campo geométrico, a visualização é uma forma mais eficaz para a compreensão dos conceitos geométricos, mesmo sabendo que a linguagem verbal e escrita é a mais utilizada em sala de aula.

Fischbein (1993) aponta que a visualização, como observação, representa um processo que exige a descrição e a comparação entre figuras geométricas com base em suas características observáveis, resgatando as suas semelhanças e diferenças e possibilitando a construção da imagem mental.

O processo de visualização de figuras geométricas conduz o aluno a pensar sobre o objeto geométrico, na sua ausência, e faz com que ele distinga suas características conceituais. Garcia e Miskulin (2006) argumentam que uma imagem que pode ser utilizada para ensinar conceitos matemáticos abstratos ajuda a esclarecer e simplificar a aprendizagem de conceitos geométricos. Portanto, visualização é de fundamental importância na construção e exploração dos conceitos matemáticos.

Os PCN (BRASIL, 1998, p. 45) citam que “as imagens, por si mesmas, permitem compreensão ou demonstração de uma relação, regularidade ou propriedade”, como é o caso da representação do Teorema de Pitágoras, através de figuras geométricas.

Os livros didáticos representam recursos didáticos cada vez mais sofisticados. Vários deles apresentam representações geométricas capazes de fazer com que o aluno identifique algumas propriedades dos elementos impressos nesse material, como, por exemplo, perceber que alguns polígonos têm todos os lados com a mesma medida ou que um ângulo é agudo ou não.

No que se refere à manipulação dessas figuras, tais materiais apresentam algumas limitações pelo fato de as figuras serem estáticas, já que estamos tratando de figuras impressas. Mas, com os avanços ocorridos na sociedade, a tecnologia permite que tanto o processo de visualização quanto a representação de elementos geométricos ganhem mais dinamismo.

Embasado nos argumentos expostos, acrescentamos que a Geometria Dinâmica enriquece a representação de uma figura geométrica e facilita o reconhecimento de propriedades presentes em tal figura, possibilitando ainda sua

manipulação e a verificação de várias propriedades sem que se precisem realizar outras representações da mesma figura (GRAVINA, 1996).

2.4 GEOMETRIA: CONJECTURAS, HIPÓTESES E DEMONSTRAÇÕES

A Geometria Dinâmica, através do software Régua e Compasso, é um recurso que favorece o levantamento de conjecturas. Essa possibilidade encontrada não só no software citado, mas em quase todos os softwares dessa natureza, faz com que pesquisadores revejam o Ensino de Geometria com base na exploração e passem a discutir o papel da demonstração.

Para adentrarmos esse tema, precisamos levantar a seguinte questão: O que significa demonstrar e qual o papel da demonstração? Em resposta ao nosso questionamento, Villiers (2001) discute que as principais funções da demonstração são: *verificação e validação, explicação, sistematização, descoberta, comunicação e desafio intelectual*.

A demonstração, vista como *verificação*, tem como papel convencer o aluno “dizendo respeito à verdade da afirmação nos casos em que há resultados duvidosos, por exemplo, a demonstração é um meio indispensável de verificação” (VILLIERS, 2001, p. 32).

Para Villiers, a demonstração, como *explicação*, procura detalhar a verdade de um fato ou conceito para que se atinja um nível de confiança na validade de uma conjectura. A *sistematização* consiste na organização dos resultados de um sistema dedutivo de axiomas, conceitos e teoremas.

A *descoberta* ou invenção de novos resultados defendida por Villiers (2001, p. 32) remete ao que a Geometria Dinâmica propõe ao aluno ao levantar hipóteses sobre um determinado tema e estabelecer seus próprios mecanismos de aprendizagem.

Em relação à demonstração como *comunicação*, o trabalho de pesquisadores matemáticos merece maior ênfase, como, por exemplo, ao escrever artigos, livros, entre outros. Dessa forma,

a demonstração pode ser vista como um modelo de comunicação entre matemáticos profissionais e entre professores e alunos. É uma forma de disseminar conhecimentos matemáticos na sociedade, tornando-se também uma interação social. (VILLIERS, 2001, p. 32)

Entre outros aspectos, a comunicação envolve a negociação de critérios para validar ou não um argumento. Para a maioria dos matemáticos, a demonstração é um desafio intelectual. De modo análogo às pessoas quando ficam horas tentando montar um quebra-cabeça, os matemáticos se sentem realizados quando conseguem vencer um desafio. Assim, Villiers (2001) caracteriza a demonstração como um *desafio intelectual*.

Considerando que argumentamos, percebemos que existe uma demanda por parte das próprias recomendações curriculares observadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática do Ensino Fundamental, no sentido de propor ênfase na conjectura, na formulação de contraexemplos e na construção e validação de argumentos (HANNA, 2000).

No que se refere ao uso de softwares de Geometria Dinâmica, novas discussões são geradas, no sentido de que o aluno pode testar conjecturas, explorar propriedades de figuras geométricas, sem que recorra a demonstração pelo fato de que, com os software, ele pode verificar vários casos de uma mesma figura e ser convencido sem que seja necessário usar a demonstração (ZULLATO, 2002).

Para Hanna (2000, p.14), a demonstração e a exploração podem andar juntas, pois as duas concepções se complementam e, mesmo sabendo que explorar e demonstrar são atividades separadas, elas podem se unir e reforçar uma a outra, pois ambas são necessárias para o sucesso da Matemática.

Apoiando-nos nessa concepção, afirmamos que não encontramos limitações quanto ao uso do software em relação aos pontos levantados, pois, enquanto a exploração induz à descoberta, a demonstração é a confirmação daquilo que se descobriu. Assim, o aluno realiza a exploração das figuras por meio do software e poderá usar a demonstração para validar matematicamente sua conjectura.

O Modelo de Van Hiele condiz com o nosso argumento, porque, geralmente, alunos de séries iniciais não têm um nível de maturação geométrica suficiente para realizar a demonstração. Então, o dilema é usar a exploração, sem representar um obstáculo didático, pois, adiante, os processos se complementam, e a exploração se passa a ser aliada da demonstração.

2.5 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E SUA IMPORTÂNCIA PARA O ENSINO DE GEOMETRIA

A Aprendizagem Significativa se caracteriza basicamente pela interação entre novos conhecimentos e aqueles especificamente relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aluno. Ausubel (1968, p. 23) afirma que, para a aprendizagem ocorrer, o aluno deve apresentar uma predisposição para aprender, os materiais educativos devem ser potencialmente significativos, e tais condições são necessárias, mas não suficientes.

Essa teoria tem exercido uma influência sobre maneira importante na educação e se baseia em um modelo construtivista dos processos cognitivos humanos. Em particular, o processo de assimilação descreve como o estudante adquire conceitos e como se organiza sua estrutura cognitiva. A ideia fundamental de Ausubel et al (1978, p. 159) é de que

o aprendizado significativo acontece quando uma informação nova é adquirida mediante um esforço deliberado por parte do aprendiz em ligar a informação nova com conceitos ou proposições relevantes preexistentes em sua estrutura cognitiva.

Para Ausubel, independentemente de como o professor aborde o conteúdo, o mais importante no processo de ensino é que a aprendizagem seja significativa, isto é, o material a ser aprendido (em nosso caso, o computador por meio do software) precisa fazer algum sentido para o aluno. Isso acontece quando a nova informação “ancora-se” nos conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Nesse processo, a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, que Ausubel chama de conceito “subsunçor”, em inglês, “subsumer”. Em outras palavras, para haver uma aprendizagem significativa, o aluno deve relacionar o que está aprendendo a um conceito subsunçor, ou seja, um conhecimento prévio, mais generalizado e mais abrangente.

Desse modo, “a disponibilidade de subsunçores pertinentes ao tratamento de um determinado assunto se constitui em pré-requisito muito importante para a ocorrência de aprendizagem significativa” (COLL, 2008). Quando, contudo, eles não existem, que é o que ocorre quando o aluno se depara com conhecimentos

totalmente novos para ele, a aprendizagem é mecânica, provisória, até que alguns conhecimentos relevantes a novas informações se estruturam, de modo a desempenhar o papel de subsunçores, ainda que pouco elaborados.

Ausubel (1978) entende que essa interação deve conter, necessariamente, a *substantividade* e a *não arbitrariedade*. Para haver uma aprendizagem *substantiva*, o novo tema estudado deve se relacionar com algo que o aluno já conheça. Usando um exemplo particular, quando um professor ensina que “a bissetriz de um ângulo é a reta que divide esse ângulo em dois novos ângulos com medidas congruentes”, o aluno deve ter em mente a ideia de ângulo, mesmo que seja de forma distorcida, e seja capaz de expressá-la com as próprias palavras.

A segunda qualidade, a *não arbitrariedade*, significa que a relação entre o assunto estudado pelo aluno e sua estrutura cognitiva não deve ser aleatória. Como um exemplo, o conceito de polígonos regulares, na geometria, só deve ser apresentado ao aluno quando ele já souber o conceito de ângulo. Então, o conteúdo “ângulo” deve ser primeiro explorado para que depois se explore o conteúdo “polígonos”, de tal forma que isso facilitará ao aluno ver a conexão entre esses dois conteúdos.

Quanto à predisposição para aprender, o aluno deve ter a capacidade de traduzir os novos conceitos formulados na sua estrutura cognitiva, ou seja, ele deve ser capaz de interpretar o novo conhecimento de acordo com seus conhecimentos anteriores, e não, simplesmente, armazenar esse novo conhecimento.

Para Ausubel (2003), o aluno deve também ter a capacidade de traduzir um símbolo em outro. Se não for capaz de traduzir uma fórmula numa linguagem verbal, por exemplo, ele sentirá mais dificuldade, pois a tradução de uma forma verbal para outra é essencial. Deve, ainda, ser capaz de traduzir uma linguagem matemática, como, por exemplo, converter o termo “regular”, através de seu esquema mental, para uma linguagem coloquial, e pode imaginar esse termo como algo do tipo “reto” ou “igual”.

Algumas vezes, o aluno não está apto a realizar uma dessas tarefas, ou o que é pior, não está apto a realizar qualquer tarefa dessas. Acontece, também, que não queira se dar ao trabalho de exercitar sua mente, porque não está acostumado ou porque não aprendeu a fazer isso, está desestimulado. Em alguns casos, o professor pode ter uma parcela de culpa, por não aceitar respostas do aluno que

não tenham “linguagem científica”, mesmo que tenha, fundamentalmente, o mesmo significado e apenas esteja sendo expressa em uma linguagem “popular”.

Assim em particular, no ensino de Geometria, o professor deve proporcionar ao aluno alternativas que façam com que ele desenvolva a capacidade de investigar, argumentar e conjecturar, ou seja, de expressar suas opiniões e formular seu próprio conceito geométrico, ao invés de direcionar o ensino de modo que o aluno memorize o conteúdo.

2.5.1 Aprendizagem significativa: impulso cognitivo e motivação

A Aprendizagem Instrumental Significativa ganha maior importância em relação ao *impulso cognitivo*¹ do que a aprendizagem por memorização. Além disso, é o tipo de motivação mais importante para a aprendizagem de sala de aula, porque recompensa o aluno, que fica satisfeito ao realizar a tarefa quando o ensino é significativo.

Ausubel (2003) refere que a motivação facilita outras formas de aprendizagem através da redução do impulso que, como pode, muitas vezes, ocorrer através do ensino, é necessário para a fase inicial de um processo de aprendizagem pelo fato de que, inicialmente, o aluno precisa ser estimulado a estudar tal conteúdo ou a realizar tal tarefa.

Ainda sob o ponto de vista de Ausubel, a motivação ocorre por meio de um ensino significativo, quando o aluno é submetido a um processo de aprendizagem por recepção significativa e parte para um processo de descoberta significativa. Nesses dois casos, há recompensa quando ele consegue realizar a atividade proposta com sucesso.

Tendo em vista termo Aprendizagem Significativa, nós, como professores, devemos refletir sobre se a aprendizagem, na concepção de Ausubel, deve ocorrer de forma significativa. Assim, o ensino deve partir também de métodos que proporcionem essa aprendizagem. Logo, devemos nos perguntar: Como ensinar de forma que a aprendizagem seja significativa? Essa é uma questão que requer

¹ Para Ausubel (2003), o impulso cognitivo se caracteriza pelo desejo de conhecimentos como **um fim em si mesmo**.

estudos e discussões, na perspectiva de encontrar meios que preencham lacunas ocasionadas pela busca de métodos que tornem o ensino significativo.

Quando o aluno utiliza o software Régua e Compasso para realizar as atividades propostas pelo professor, com base em elementos geométricos pré-construídos, ele poderá, por exemplo, verificar relações presentes a partir do baricentro de um triângulo, como se observa na figura a seguir.

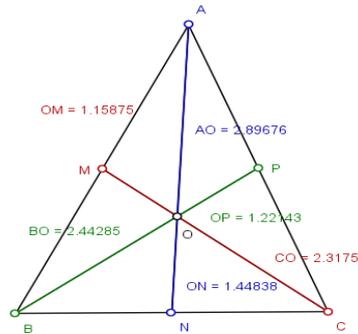


Figura 1 – Baricentro de um triângulo construído a partir do software Régua e Compasso.

Nessa figura, apesar de as medidas dos lados de alguns segmentos de reta estarem expostos, é recomendado que os alunos façam essas medições e manipulem a figura a fim de levantar possíveis conclusões. Além dos conceitos, das relações e das propriedades investigadas, o ensino de Geometria usando-se o software acarreta em um *impulso cognitivo* que pode contribuir para a redução da ansiedade, o que resulta no aumento do desempenho do aluno a partir de sua autoestima, o que se traduz na motivação para a aprendizagem escolar.

2.6 O CONSTRUCIONISMO E SEU PAPEL FRENTE AO ENSINO DE GEOMETRIA

Papert (1994) propõe que a Teoria Construcionista se apoia em um ensino que cria condições para que o aluno construa o seu próprio conhecimento através de ambientes computacionais. Para que o material utilizado na sala de aula seja atrativo e estimule o aluno, deverá estar interligado à realidade dele, tanto dentro quanto fora do ambiente escolar. Segundo essa teoria, o computador é o recurso para que o ensino se processe de tal modo que o professor deve se encarregar da instrução, e o aluno,

como agente ativo no processo educacional, deve utilizar essa instrução para construir sua aprendizagem.

O Construcionismo propõe algo diferente e em um nível mais ideológico que a pedagogia ou a arte de ensinar. Para Papert (1994), esse método remete à ideia de que o caminho para uma melhor aprendizagem é aquele em que o aluno tem possibilidade de trilhar seus mecanismos cognitivos. Então, se, na escola, apresentam-se tantos problemas matemáticos referentes à aprendizagem de seus conceitos, para a Teoria Construcionista, o dilema é oferecer metodologias que façam com que o aluno tenha possibilidade de construir seu conhecimento, e o professor, nesse caso, seja o mediador.

É notável o fato de que, no Brasil, o ensino de Matemática se apresente como algo que vem levantando muitas discussões, uma delas é o fato de os alunos apresentarem baixo desempenho nessa área do conhecimento. Esse ensino, conforme apontam os PCN (BRASIL, 1998), ocorre, quase sempre, de forma distorcida da realidade do aluno, e a consequência disso é que os alunos não aprendem os conceitos matemáticos, por não haver ligação entre a matemática escolar e a matemática da vida real.

Papert considera que outra maneira de os alunos melhorarem o desempenho em Matemática seria oferecer micromundos interessantes em que essa área do conhecimento possa ser estudada de forma mais significativa. “Se as crianças realmente desejam aprender algo e têm a oportunidade de aprender com o uso, elas fazem-no mesmo quando o ensino é fraco” (PAPERT, 1994).

Independentemente dos métodos aplicados pela escola, nós, como seres pensantes, temos a capacidade de aprender algo, desde que nos envolvamos com esse algo, sem a necessidade de cumprir um currículo escolar, testes e segregação por faixa etária. Do contrário, também sabemos que, se não nos envolvemos com determinada área do conhecimento, teremos problemas para aprender com ou sem a influência dos métodos adotados pela escola.

Papert (1994) afirma, ainda, que podemos aprender sem que alguém nos ensine. Ele utiliza o termo “matética” para se referir à arte da aprendizagem. Esse termo é derivado do verbo grego que significa “aprender” (como didática é derivado do verbo grego que significa “ensinar”). O termo “matética” tem aspectos em comum com o termo “heurística”, que se refere à arte da descoberta intelectual.

Assim, a escola de que precisamos é centrada no desenvolvimento de competências e habilidades, na aprendizagem (que é a expansão de nossas capacidades, isto é, de nossas competências e habilidades) e no aluno, que é quem aprende – e que deve ser o ator principal da escola, o protagonista de sua aprendizagem, de sua educação, de sua vida.

Um dos princípios matemáticos centrais apontados por Papert (1994, p. 137) referentes à Teoria Construcionista trata de uma reconstrução pessoal do construtivismo e se traduz pelo fato de que “a construção que ocorre na cabeça ocorre com frequência de modo especialmente prazeroso quando é apoiada por um tipo de construção mais pública, no mundo”. Dessa forma, o Construcionismo, como reconstrução pessoal de Papert em relação ao Construtivismo, é a focalização na construção do mundo como um apoio para o que ocorre na mente.

Então, podemos afirmar que existem diversas matemáticas abordadas pela sociedade, que demonstram a questão do ensino sem instrução e da influência da matemática. A matemática da cozinha, por exemplo, é aprendida por um grande número de pessoas sem uma instrução sistematizada. Nesse contexto, elas encontram um meio de aprender aquilo de que precisam.

Rêgo et al (2006) retratam uma pesquisa que envolve padrões de simetria geométrica na qual observamos que pessoas que nunca frequentaram a escola conseguem desenhar excelentes faixas decorativas nas carrocerias de caminhões, repletas de muitos elementos e propriedades geométricas.

As competências e as habilidades referentes aos conteúdos da Geometria ensinadas na escola também são adquiridas por pessoas que não tiveram a oportunidade de frequentá-la, ou seja, não tiveram a instrução, mas adquiriram o conhecimento.

Papert (1994, p. 136), em linhas gerais, referindo-se à questão de que as pessoas aprendem pela própria necessidade, sublinha que

[...] não é que as pessoas conseguem, de qualquer modo, e então não precisam de ajuda, mas, antes, que essa aprendizagem informal aponta para uma rica forma de aprendizagem natural que depõe contra a natureza dos métodos da Escola e requer um tipo de apoio.

Fazendo uma reflexão sobre os argumentos de Papert, professores podem ter dúvidas sobre como deve ser o ensino de Matemática. Esse ensino deve caminhar em linhas naturais - ensinando o que o aluno precisa aprender ou baseando-se no

currículo escolar? Para responder a essa questão, seria necessária uma investigação sobre o que há por trás da Matemática aprendida fora da escola?

Pesquisas comparativas referentes aos comportamentos sobre aprendizagem, como em Carraher (2006), revelam que muitas crianças aprendem fora da escola, mas sentem dificuldade de aprender dentro dela. A partir do exposto, poderíamos afirmar que há algo de errado com os processos de ensino explorados no ambiente educacional. Mas, ao invés de nos precipitarmos fazendo essa afirmação, poderíamos deixar essa questão em segundo plano e focalizar nossa atenção em como as pessoas aprendem, que também nos remeteria a novos estudos sobre questões referentes aos processos de aprendizagem. Então, vamos retornar nosso enfoque no ensino.

No ensino de Matemática, principalmente de Geometria, os professores precisam despertar no aluno o interesse pelo estudo de determinado tema ou conteúdo. Como resultado, ele fica motivado, e essa motivação deverá partir do princípio de que a aprendizagem desse conteúdo representa uma necessidade dele.

2.6.1 A bricolagem como possibilidade para o ensino de Geometria

Como já mencionamos o que é matemática, vamos nos ater ao sentido técnico da concretude. Dessa vez, a matemática será vista como algo importante para a construção de um conhecimento concreto e baseado na “bricolagem”.

Papert (1994) define a bricolagem como algo que representa uma fonte de ideias e modelos que visam melhorar a habilidade do fazer, independentemente de como essas ideias e modelos foram adquiridos.

O termo bricolagem, na concepção construcionista, relaciona-se à ideia do antigo Jão-faz-tudo, que batia de porta em porta oferecendo seus serviços, independentemente da necessidade que seu cliente tivesse. Nesse caso, se uma ferramenta não fosse adequada para certa situação, ele usaria outra. Isso significa que, na concepção metodológica, os princípios básicos da bricolagem para a atividade intelectual são: usar o que se tem, improvisar, se virar.

É possível trabalhar sistematicamente com a bricolagem a fim de se tornar um bricolador. Isso não quer dizer o ensino, segundo essa concepção, seja pautado

sempre na improvisação, mas que esse ensino precisa ter um enfoque no novo, em testar novos métodos, na necessidade de se ensinar de um modo diferente e criativo, para conseguir promover um ensino mais dinâmico, em que o aluno seja o principal sujeito do processo. Para que ocorra tal ensino, acreditamos que não existem regras previamente definidas, o que podemos afirmar é que o professor precisa ser um bom bricolador.

No ensino de Geometria, através da Geometria Dinâmica, a bricolagem ganha um papel de fundamental importância. A partir de métodos heurísticos utilizados pelos alunos ao explorar objetos geométricos, no sentido de se verificarem conjecturas, a bricolagem pode ser abordada de forma que o aluno precise testar estratégias e utilizar diversos caminhos para validar ou rejeitar suas hipóteses.

Para Papert (1994), o ensino visto dessa forma tem um papel significativo, pois pode contribuir para que o aluno fique satisfeito ao realizar as tarefas propostas e aprenda por fazer e com prazer. Adentrando o ensino de Matemática e referindo o ensino de Geometria, a Geometria Dinâmica ganha um forte papel, posto que contribui para a busca de respostas para nossa reflexão em relação à Aprendizagem Significativa.

Convém ressaltar que, se queremos que o a aprendizagem seja significativa, temos que promover um ensino que estimule o aluno a encontrar sentido nas atividades que está realizando, através de sua própria investigação, ou seja, um ensino eficaz, mas de forma a direcionar os objetivos de modo que gere mais possibilidade de aprendizagem (PAPERT, 1994). Assim, ao propor atividades que convidem o aluno a investigar propriedades geométricas, o professor está oferecendo oportunidade para que ele possa adquirir aprendizagem por descoberta significativa.

Empregando o que propõe a Teoria Construcionista, o professor pode sugerir que os alunos investiguem se determinada propriedade é válida ou não para certa figura geométrica, de modo que não existem regras previamente definidas para que tal propriedade seja validada, embora existam conhecimentos prévios por parte do aluno que podem ter sido adquiridos por meio da instrução abordada durante um processo de ensino.

Ao tentar verificar se há certa propriedade em uma figura ou objeto geométrico, e quando observa que com determinada estratégia não obteve sucesso, o aluno procura utilizar outros meios. Então, para além das estratégias definidas

pelo professor e dos conceitos geométricos abordados na escola, a bricolagem abre espaço para que o aluno utilize conhecimentos adquiridos fora desse ambiente educacional para resolver problemas didáticos. Com essa visão, podemos considerar o aluno um bricolador e, como tal, consegue fazer a inter-relação entre a matemática dos conhecimentos científicos e a matemática dos conhecimentos cotidianos (PAPERT, 1994).

Do ponto de vista do improvisado do aluno ao se deparar com uma situação, além de o conhecimento cotidiano ter um papel como ponte entre o conhecimento científico, a bricolagem também permite a inversão dos papéis, ou seja, os conteúdos matemáticos científicos se comportam como interligações para auxiliar o bricolador em suas atividades cotidianas. Como exemplo do que acabamos de expor, podemos citar um aluno que consegue elaborar a planta baixa de uma casa usando os conhecimentos geométricos adquiridos na escola, mas também utiliza seus conhecimentos cotidianos para realizar tal tarefa.

Portanto, percebemos que, na realidade vivenciada hoje em sala de aula, em que notamos que há alunos cada vez mais desestimulados para aprender, o desafio encarado pelos professores é o de empregar a bricolagem como estratégia para que o aluno sintá-se mais estimulado. Portanto, o software Régua e Compasso é uma alternativa que pode contribuir com esse processo.

3 TECNOLOGIAS DIGITAIS: NOVAS TENDÊNCIAS PARA A SALA DE AULA

Estamos vivendo em uma época em que a informação flui com muita velocidade, capaz de romper fronteiras e interligar diferentes povos e nações. O mundo passa por uma fase em que as pessoas sentem a necessidade de se integrar em uma rede cada vez mais informatizada.

Neste capítulo, apresentamos discussões sobre a influência das Tecnologias Digitais no ensino, o uso do computador, como recurso didático, e o uso de softwares educativos no Ensino da Geometria.

3.1 DISCUSSÕES SOBRE A INFORMÁTICA NA ESCOLA

O uso da informática na escola está se tornando algo cada vez mais comum, contudo, no que se refere ao contexto histórico sobre a informática, Papert (1994) afirma que seu primeiro uso na educação foi dado pelo próprio ensino da informática e da computação e que, posteriormente, foi que se apresentou uma segunda maneira de se usarem tais tecnologias, que era o emprego da informática como ferramenta de ensino, diferente do ensino de informática propriamente dito.

A saída mais plausível para que o professor possa empregar a informática educacional com mais tranquilidade e naturalidade em seu cotidiano é promover cursos, além, é claro, de uma infraestrutura adequada e condições mínimas para realizar seu trabalho (PAPERT, 1994).

Sabemos que as Tecnologias da Informação e Comunicação são utilizadas por uma considerável parcela da população brasileira, mas o setor educacional é um dos poucos que não vêm acompanhando de maneira satisfatória tal evolução, principalmente a escola, que tem o dever de formar e informar as futuras gerações.

Assim, pelo que observamos em pesquisas como as de Papert (1994) e Valente (1999), a escola tenta resistir às mudanças ocorridas na maneira de educar e recorre à informática para as atividades das disciplinas, mas ao invés de empregar

esses recursos como método de ensino, prefere valorizar métodos e práticas tradicionais, colocando o aluno no papel de “telespectador”. Essa realidade apresentada na escola pode fazer com que os frutos dessa educação sejam sujeitos excluídos da sociedade, que sofre mudanças ocasionadas pela cultura tecnológica.

Vivemos numa sociedade audiovisual eletrônica, que comporta um currículo cultural, ou seja, um conjunto mais ou menos organizado de informações, valores, via produtos culturais (nesse caso, audiovisuais), que atravessam o cotidiano das pessoas e interferem em suas formas de ver, de sentir, de pensar, de aprender. (MOITA, 2007)

No ensino de Matemática, além da escola, alguns professores evitam fazer uso das novas tecnologias em sua prática docente. Estudos como os desenvolvidos por Valente (1999) apontam que isso ocorre pelo “medo do novo”, ou pelo fato de alguns professores não acreditarem que o uso do computador pode contribuir com o ensino. Valente argumenta, ainda, que falta vontade de inovar a prática pedagógica e se permanece com as práticas tradicionais. Além disso, há outro fator que dificulta o uso de novas tecnologias na prática educativa - a falta de recursos na escola.

A implantação da informática como auxiliar do processo de construção de conhecimento implica mudanças na escola que vão além da formação do professor. Para Valente, (1999, p. 4),

[...] é necessário que todos os segmentos da escola – alunos, professores, administradores e comunidade de pais – estejam preparados e suportem as mudanças educacionais necessárias para a formação de um novo profissional. Nesse sentido, a informática é um dos elementos que deverão fazer parte da mudança, porém essa mudança é muito mais profunda do que simplesmente montar laboratórios de computadores na escola e formar professores para a utilização dos mesmos.

Ao se referir à resistência imposta ao uso do computador pelo sistema escolar, Papert (1994) caracteriza muito do que se faz na escola como “errado” e comenta sobre o que ele acredita ser “certo” para uma eficaz relação entre a escola e o mundo da informatização. O autor acredita que, se os professores estiverem capacitados para explorar o uso da informática como um método educativo, compreenderão o processo de mudança na escola como um desenvolvimento e, portanto, estarão aptos a entender os processos de mudanças no comportamento das crianças e dos adolescentes como um avanço. Nesse sentido, não raras vezes,

a escola tem uma concepção equivocada de que a informática pode atrapalhar o andamento do currículo.

Reforçando a ideia de que a escola deve integrar os recursos tecnológicos em seu meio, Lèvy (1993) considera as Tecnologias da Informação um recurso típico da atividade humana a serviço da própria atividade humana. Ele coloca em questão que as tecnologias intelectuais² desempenham um papel fundamental nos processos cognitivos e estruturam profundamente nosso uso das faculdades de percepção, de manipulação e de imaginação.

No entanto, embora os adeptos ao uso das novas tecnologias argumentem que sua integração à educação seja uma necessidade social, Borges Neto e Santana (2000) afirmam que um simples contato com a tecnologia não garante uma aprendizagem satisfatória do aluno e destacam a importância do planejamento cuidadoso das atividades e de professores bem preparados para atuarem como mediadores na aprendizagem, que sejam cientes da natureza das atividades baseadas no uso da tecnologia.

Assim, a informática, na educação, só trará avanços na aprendizagem do aluno se houver a consciência de que possibilitará mais rapidamente o acesso ao conhecimento e não seja somente utilizado como, por exemplo, uma máquina de escrever, de entretenimento, de armazenagem de dados. Seu uso deverá estar a favor de uma educação mais dinâmica, como auxiliadora de professores e alunos, para uma aprendizagem mais consistente, sem perder de vista que a Informática Educativa nada tem a ver com aulas de computação (VALENTE, 1993).

Os PCN (BRASIL, 1998) discutem que é preciso interligar as novas tecnologias ao Ensino de Matemática e retratam os computadores como ferramentas que podem ser usadas nas aulas com diversas finalidades, entre elas:

- a) com fonte de informação, recurso para alimentar o processo de aprendizagem;
- b) como auxiliar de conhecimento;
- c) como meio para desenvolver autonomia pelo uso de softwares que possibilitam pensar, refletir e criar soluções;
- d) como ferramenta para realizar determinadas atividades.

² Lèvy usa o termo tecnologias intelectuais para se referir a todo processo de aprendizagem decorrente do uso de tais tecnologias.

Valente (1993, p. 16) esclarece que, “na educação, de forma geral, a informática tem sido utilizada tanto para ensinar sobre computação, o chamado computer literacy, como para ensinar praticamente qualquer assunto por intermédio do computador”.

Borges Neto (1999) argumenta que a Informática Educativa se caracteriza pelo uso da informática como suporte ao professor, como um instrumento a mais em sua sala de aula, em que o professor possa utilizar esses recursos colocados a sua disposição. Nesse nível, o computador é explorado pelo professor especialista em sua potencialidade e capacidade e torna possível simular, praticar ou vivenciar situações, podendo até sugerir conjecturas abstratas, fundamentais para a compreensão de um conhecimento ou modelo de conhecimento que se está construindo.

3.2 O COMPUTADOR COMO RECURSO DIDÁTICO

O computador é uma ferramenta que muito pode contribuir com o desenvolvimento dos processos cognitivos dos alunos. Papert (1994) destaca que, através do computador, o aprendiz constrói o seu próprio conhecimento, aprendendo de forma prazerosa.

Por sua vez, o educador deve ter o papel de mediador, compreender as ideias dos alunos e intervir apropriadamente, de maneira que contribua para que o aprendiz entenda o problema em questão. Porém, o fato de a aprendizagem não ser uma questão meramente cognitiva leva as interações sociais a serem estudadas no sentido de investigar a sua influência na cognição (SERRAZINA, 1995) e na construção do significado matemático. Como a escola tem um papel fundamental na formação do aluno, não é possível separar suas atividades das pessoas e dos instrumentos mediadores dessa ação (SANTOS e RODRIGUES, 1998).

Rodrigues (1997) acrescenta que, dessa forma, o computador funciona como estrutura mediadora da atividade, organizando-a. Já Lesh (1990) considera que o computador propicia o aumento da capacidade de aquisição e compreensão de conceitos, criando espaço para o desenvolvimento de processos reflexivos.

De Corte (1992) refere que os computadores só podem ser úteis, em termos do processo de ensino/aprendizagem, se estiverem integrados em “ambientes de aprendizagem eficaz”. Esses ambientes devem ter como referência “as três componentes principais de uma teoria de aprendizagem: a competência, a aquisição e a intervenção” (DE CORTE, 1992, p. 91).

Um ambiente de aprendizagem eficaz será, então, aquele que permite o desenvolvimento das capacidades num determinado domínio (competência), a aquisição de processos de aprendizagem para se adquirir determinadas competências (aquisição) e a aplicação de métodos de ensino e estratégias adequadas para promover os processos de aprendizagem e desenvolvimento (intervenção).

Assim, o ensino através do computador se caracteriza como um processo que coloca o aluno como um sujeito ativo no processo ensino-aprendizagem, e como afirma Valente (1998), “esse processo implica que o aluno, através da máquina, possa adquirir conceitos sobre praticamente qualquer domínio”. Porém, os procedimentos pedagógicos que explicam como esse fenômeno acontece estão praticamente inseridos em dois grandes polos, como mostra a figura abaixo:

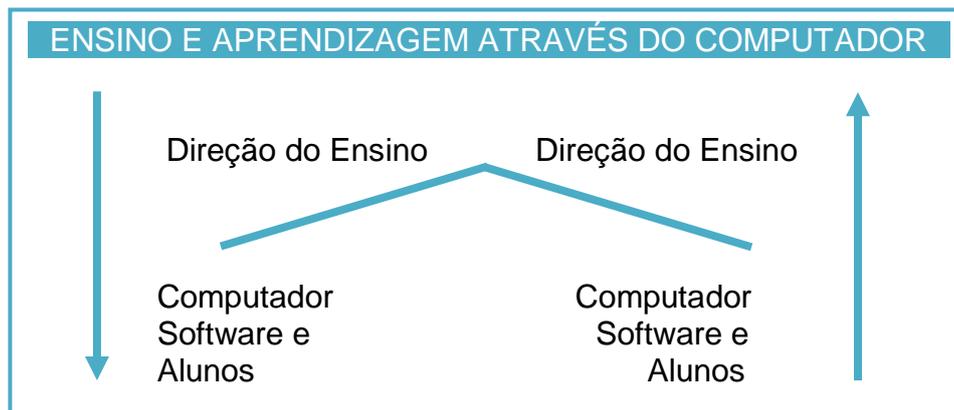


Diagrama 1 – Ensino e aprendizagem através do computador³

Analisando o diagrama 1, é possível observar que os dois polos são caracterizados pelos mesmos elementos: os computadores (hardware); o software (programa de computador que permite a interação homem-computador) e o aluno.

³ Fonte: <http://meuartigo.brasilecola.com/educacao/a-informatica-aplicada-na-educacao.htm> Acesso em 22 de maio de 2010.

Contudo, o que estabelece a polaridade é a maneira como esses elementos são usados. De um lado, o computador, através do software, ensina ao aluno. Do outro, o aluno, através do software, “ensina” ao computador. Quando o computador ensina ao aluno, assume o papel de máquina de ensinar, e a abordagem educacional é a instrução auxiliada por computador. Essa abordagem tem sua origem baseada nos métodos de instrução programada tradicionais, mas, ao invés do papel ou do livro, é usado o computador (PAPERT, 1994).

Os softwares que implementam essa abordagem podem ser divididos em duas categorias: tutoriais e exercício-e-prática (“drill-and-practice”). Outros softwares que podem ser caracterizados como aqueles que ensinam são os baseados em jogos educacionais e de simulação. Nesse caso, a pedagogia utilizada é a exploração autodirigida ao invés da instrução explícita e direta.

Nesse sentido, é indispensável manifestarmos olhares críticos sobre a utilização de instrumentos pelo homem como elementos para organizar e alterar o real, em se encaixam perfeitamente o computador e a informática.

Papert (1994) assevera que o computador, como máquina de ensinar e como ferramenta, trará inovações na formação de professores e numa aprendizagem dinâmica do aluno, que se caracteriza como uma modalidade de formação mais apropriada às condições da escola. Com esse pressuposto, o modelo continuado de formação permite ao professor não só aprender sobre o objeto de estudo, mas também adquirir técnicas que lhe permitirão continuar aprendendo constantemente.

Embora seja um instrumento fabuloso, devido a sua grande capacidade de armazenar dados e à facilidade de manipulá-lo, não se pode esquecer que o computador não foi desenvolvido com fins pedagógicos, razão por que é importante que se lance sobre ele um olhar crítico e se busque, face às teorias e às práticas pedagógicas, o bom uso desse recurso com a finalidade de tornar a aprendizagem significativa.

Para Tajra (2001), entre os avanços ocasionados pelo uso do computador, merece destaque o fato de que os alunos ganham autonomia nos trabalhos e conseguem resolver grande parte das atividades sozinhos, de acordo com suas características pessoais, atendendo, de forma mais nítida, ao aprendizado individualizado por meio, por exemplo, dos softwares educativos, que tornam o ensino mais prazeroso, interativo e participativo.

3.3 OS SOFTWARES EDUCATIVOS E SUAS APLICABILIDADES

Em função da gama de ferramentas disponíveis nos softwares, os alunos, além de ficar mais motivados, tornam-se mais criativos. É importante destacar que os softwares se autoajudam – os ambientes tornam-se mais dinâmicos e ativos – os alunos que se sobressaem pelo uso da tecnologia costumam ajudar aqueles que estão com mais dificuldades.

É notável observar que alunos com dificuldade de concentração ficam mais concentrados, e a informática contribui para o desenvolvimento das habilidades de comunicação e de estrutura lógica de pensamento. Tajra (2001) aponta que alguns softwares, de um modo geral, têm características semelhantes, e outros apresentam características distintas, entre elas, podemos destacar: *tutoriais, exercitação, investigação, simulação, jogos e abertos*.

Os *softwares tutoriais* são aqueles que apresentam conceitos e instruções para realizar algumas tarefas em específico; geralmente têm pouca interatividade e são meramente informativos. Os conceitos apresentados pelos softwares dessa natureza se limitam ao enfoque de quem os elaborou. Em alguns casos, podem não atender às necessidades dos professores.

No ensino de Matemática, merecem destaque os *softwares de exercitação*, que possibilitam atividades interativas por meio de respostas às questões apresentadas. Geralmente, esses softwares são voltados a uma disciplina em particular ou possibilita que o aluno exercite um conteúdo com a finalidade de recapitular o conteúdo em questão (TAJRA, 2001). Essa é mais uma oportunidade de compreender o conceito abordado. Se esses conceitos tiverem sido explorados na sala de aula, por exemplo, os softwares que têm essa característica possibilitam ao aluno um *feedback* do conteúdo.

No grupo dos *softwares de investigação*, investigamos um fato, uma propriedade, um fenômeno ou mesmo o significado de uma informação. As enciclopédias virtuais são exemplos de softwares que apresentam essa característica. Os que apresentam a *simulação* como uma de suas características se comportam como simuladores no sentido de representar um fato, fenômeno ou um conteúdo didático. Tajra (2001, p. 67) aponta que “os softwares simuladores são recursos significativos para o aprendizado e atrativos para os alunos e professores”.

Um dos softwares mais utilizados pelos jovens são os *jogos* eletrônicos voltados ao ambiente educativo, que indicam atividades de lazer e auxiliam no desenvolvimento do raciocínio lógico. Os jogos eletrônicos apresentam grande interatividade e recursos de programação muito sofisticados.

Existem também os *softwares abertos*, de natureza livre, cuja elaboração depende da criatividade do usuário, como os editores de texto, as planilhas eletrônicas, o banco de dados, os editores de imagens etc., que permitem que o usuário crie um arquivo baseado na sua criatividade.

Das características apresentadas pelos softwares, o “Régua e Compasso” apresenta *exercitação, investigação, simulação e software aberto*, pois, por meio dele, o aluno pode exercitar um conhecimento já adquirido, investigar propriedades geométricas e realizar a simulação empregando o recurso “arrastar”. Além disso, pode criar figuras para que sejam utilizadas posteriormente, já que é considerado um software aberto.

4 A GEOMETRIA DINÂMICA E O SOFTWARE RÉGUA E COMPASSO

Do ponto de vista da utilização dos recursos tecnológicos no ensino de Geometria, com a finalidade de tornar esse ensino mais prazeroso, pesquisadores têm se debruçado em suas pesquisas sobre o estudo de softwares de Geometria Dinâmica como um recurso capaz de levar o aluno a aprender pela investigação de propriedades presentes nas figuras geométricas, facilitando a ocorrência de um ensino significativo.

Geometria Dinâmica é o termo utilizado para definir um método dinâmico para se ensinar a aprender geometria por meio de ambientes computacionais. O termo “dinâmica” se refere às ideias de movimento para a manipulação dos elementos presentes na tela do computador. Embora a Geometria Dinâmica não possa ser considerada como uma nova modalidade de Geometria, quase sempre, é ensinada usando-se métodos diferenciados dos convencionais. Por esse motivo, alguns pesquisadores, como Gravina (1996), Zullato (2002) e Cowper (1994), defendem a utilização do termo “Ensino de Geometria Dinâmica”.

O termo “Geometria Dinâmica” deve-se a Nick Jackin e a Steve Rasmussen, que o criaram para diferenciar softwares de Geometria e softwares de Geometria que possibilitam a manipulação dos elementos na tela do computador, ou seja, a transformação em tempo real com o recurso “arrastar” (GOLDENBERG e CUOCO, 1998).

O uso de softwares educativos no ensino, principalmente, no de Matemática, é um ponto que precisa ser levado em discussão entre os professores, a fim de integrar a cultura tecnológica em que os alunos estão inseridos no ambiente escolar. Quanto ao Ensino de Geometria, é necessário manipular as figuras para verificar ou validar conjecturas, uma vez que as figuras estáticas não possibilitam a realização dessas tarefas.

Este capítulo discute a Geometria Dinâmica e o uso do software Régua e Compasso no ensino. Apresenta argumentos sobre seu uso por alguns pesquisadores, destacando suas concepções e justificando o nosso enfoque diferenciado em relação ao enfoque dado por tais pesquisadores.

4.1 GEOMETRIA DINÂMICA E AS POSSIBILIDADES DE EXPLORAÇÃO DOS SOFTWARES

Os softwares de Geometria Dinâmica possibilitam construções geométricas muito sofisticadas, mas que também podem ser feitas com os materiais manipulativos habituais, como a régua e o compasso. Porém, através dos recursos presentes nesses softwares, essas construções são realizadas em um tempo significativamente menor.

Para Gravina (1996), existem duas possibilidades de se explorarem os softwares de Geometria Dinâmica com os alunos: uma delas seria o processo de construção feito pelos alunos com as orientações do professor ou a criatividade deles; uma segunda abordagem seria o professor entregar figuras prontas para que os alunos possam explorar suas propriedades através da experimentação.

Em nossa pesquisa, o enfoque está na segunda possibilidade, pois acreditamos que, com os recursos presentes no software “Régua e Compasso”, com a figura pronta, o aluno tem oportunidade de investigar as propriedades nela presentes e formular seus conceitos e conclusões.

Um exemplo de atividade que pode ser citado é quando se entrega aos alunos uma construção pronta representando a bissetriz de um ângulo. Nesse caso, eles poderiam ampliar ou reduzir esse ângulo. Esse procedimento lhes dá mais segurança do que a simples visualização da representação estática e possibilita uma melhor formulação do conceito de bissetriz por meio da manipulação.

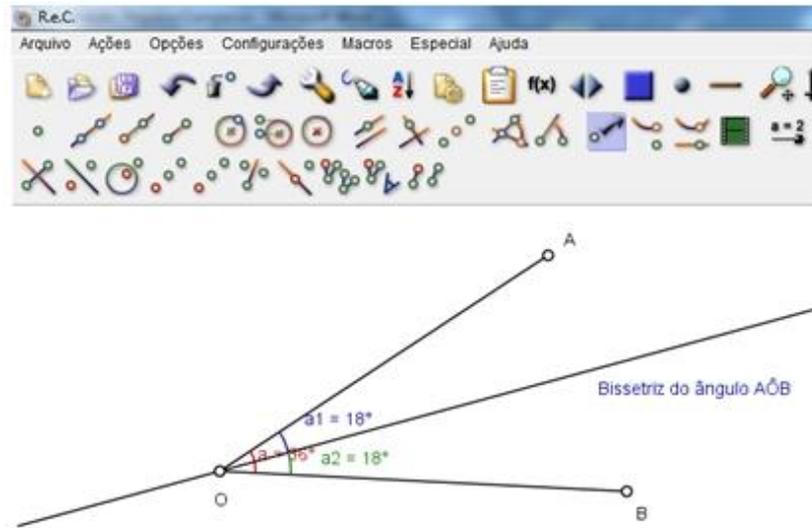


Figura 2 – Representação da bissetriz através do software Régua e Compasso

Essa é apenas uma das várias situações em que o software “Régua e Compasso” pode ser empregado como um recurso típico da Geometria Dinâmica para explorar os conceitos geométricos.

Assim, a utilização de softwares de Geometria Dinâmicos é uma importante metodologia para o Ensino de Geometria, pois esse ambiente computacional permite que os alunos construam figuras, façam investigações sobre propriedades e conceitos geométricos, manipulando o objeto e seus elementos dinamicamente na tela do computador, e identifiquem, especialmente, as suas características.

Com base nas ideias de Zulatto (2002), destacamos que a Geometria Dinâmica oferece uma nova proposta que visa explorar os mesmos conceitos da Geometria Clássica, porém, através de um software interativo. Assim, é possível disponibilizar representações gráficas de objetos geométricos que aproximam a figura geométrica virtual representada na tela do computador à figura geométrica representada em materiais impressos, favorecendo o desenvolvimento de uma leitura geométrica dos desenhos por parte do aprendiz. Assim contorna-se uma das dificuldades do Ensino da Geometria.

A habilidade de visualizar pode ser desenvolvida, à medida que se forneçam ao aluno materiais de apoio didático-virtual baseados em representações concretas de objetos geométricos. Portanto, esses softwares são ferramentas que contribuem com o desenvolvimento cognitivo dos alunos, por possibilitarem um trabalho que

engloba vários ritmos de aprendizagem, através da tentativa e da descoberta, baseada no erro e no acerto.

4.2 EIXOS NORTEADORES PARA O USO DO SOFTWARE RÉGUA E COMPASSO

Na perspectiva de fazer com que a Geometria se torne cada vez mais presente no currículo de Matemática, alguns professores e pesquisadores, há alguns anos, vêm manifestando preocupações nesse sentido. Mas temos observado que alguns deles utilizam a tecnologia para tornar esse ensino mais significativo.

Considerando que o software Régua e Compasso foi escolhido para nossa pesquisa e analisando em veículos de divulgação científica, como: artigos científicos e livros, observamos que alguns professores não o empregam com muita frequência. Esse fato pode ser explicado por várias questões, entre elas, destacamos: a falta de qualificação do professor e a resistência ao novo. Contudo, sabemos que existem alguns professores que já vêm utilizando tanto esse software quanto outros de Geometria Dinâmica ao optar por inovar sua prática docente com a finalidade de também inovar o Ensino de Geometria (ZULATTO, 2002; GRAVINA, 1996; HENRIQUES, 1999).

A utilização dos softwares de Geometria Dinâmica não acontece aleatoriamente, porquanto muitos dos professores que o utilizam partem de estudos que trazem enfoques positivos sobre sua exploração, como Lima (2006), Santos, Nascimento e Gomes (2009), Gonçalves (2009), Batista et. al (2004), Martins e Fioreze (2008) e Schefer, Bressan e Rovani (2009).

Nas pesquisas apresentadas por tais autores, os estudos apontam que o software é explorado com a finalidade apenas de se obterem construções geométricas. Depois de analisar essas pesquisas, acrescentamos que, embora o processo de construção das figuras geométricas seja de fundamental importância para a formação do aluno, o enfoque dado por tais pesquisas não se refere a aspectos como investigação de conjecturas e propriedades.

Sendo mais claros, quanto a esse argumento, Santos, Nascimento e Gomes (2009), por exemplo, apresentam um estudo sobre o software no Ensino de Geometria para a construção de figuras geométricas. Já em Batista et. al (2004),

observamos que o enfoque da pesquisa sobre o software é observar pontos positivos e negativos sobre sua utilização no ensino. Martins e Fioreze (2008) abordam a construção de mosaicos usando a ferramenta “macro⁴” presente no software.

Do ponto de vista da elaboração do software Régua e Compasso, a intenção inicial de René Grothmann⁵, ao desenvolvê-lo, corresponde às pesquisas citadas, ou seja, a construção geométrica de forma digital e dinâmica. Apesar desse enfoque dado inicialmente pelo próprio autor e por tais pesquisadores ao utilizarem o software ter contribuído bastante com o ensino de Geometria, encontramos algumas lacunas decorrentes dessa abordagem, tais como a ausência da investigação de hipóteses e a formação de conceitos a partir de sua exploração.

Para dar conta dessas lacunas, com base nos estudos do grupo TDAC, fizemos pesquisas e testes experimentais sobre a sua utilização e encontramos, em sua interface, diversas ferramentas que possibilitam um ensino de geometria pautado na investigação de hipóteses decorrentes de propriedades geométricas presentes nas figuras.

Assim, nossa proposta de ensino se resume na exploração de figuras prontas, previamente construídas pelo professor ou disponíveis em veículos como a internet. Com essas figuras, os alunos têm a possibilidade de explorar propriedades geométricas, sem que seja necessário que realizem o processo de construção, mesmo compreendendo que o processo de construção geométrica também envolve o desenvolvimento do pensamento geométrico.

Considerando essa nova concepção em relação ao uso do software, almejamos um ensino melhor e mais eficaz, mas destacamos que esse ensino seja algo que direcione o aluno a desenvolver seus próprios mecanismos de aprendizagem. Portanto, com essa proposta de ensino, queremos que o aluno seja convidado a uma aprendizagem em que ele próprio se envolve com o tema em questão.

Com essa abordagem do software, nosso objetivo é fazer com que o aluno seja desafiado a conjecturar, a tentar validar suas hipóteses, a descobrir

⁴ Macro é uma ferramenta capaz de armazenar construções geométricas para que sejam utilizadas em outros momentos. Por exemplo, pode-se construir um quadrado e armazenar essa figura como um macro para que o quadrado seja inserido em outro momento ao invés de ser construído novamente.

⁵ René Grothmann é autor do software Régua e Compasso e professor da Universidade Católica da Alemanha.

propriedades ocultas nas figuras geométricas e a formular seu próprio conceito, valorizando a investigação e a aprendizagem a partir da descoberta.

Dessa forma, estamos valorizando também a tomada de iniciativa do aluno e, conforme Papert (1994) costuma considerar, temos em mente que as pessoas obtêm sucesso quando desenvolvem os próprios métodos de aprendizagem para lidar com determinadas situações.

4.3 APRESENTAÇÃO DO SOFTWARE RÉGUA E COMPASSO

O software Régua e Compasso transforma a tela do computador em um ambiente interativo, onde o aluno pode construir e manipular os desenhos geométricos, como se estivesse usando instrumentos convencionais como a régua e o compasso. Além disso, é de fácil acesso, pois é um software livre, disponível em várias línguas, inclusive em português.

O software Régua e Compasso, em inglês, C.a.R, uma abreviação de *Compass and Ruler*, tem origem alemã, e seu nome original é Z.u.L. "Zirkel und Lineal", desenvolvido pelo Professor alemão, René Grothmann, mas tem versão totalmente traduzida para o português. Ele foi produzido na linguagem JAVA, e uma de suas principais vantagens é o fato de ter licença GPL (General Public License). Trata-se, pois, de um software livre, gratuito e funciona nos dois sistemas operacionais mais utilizados: Microsoft Windows e Linux, indicado para uso, principalmente, em escolas públicas.

A seguir, apresentamos a tela inicial do software "Régua e Compasso".

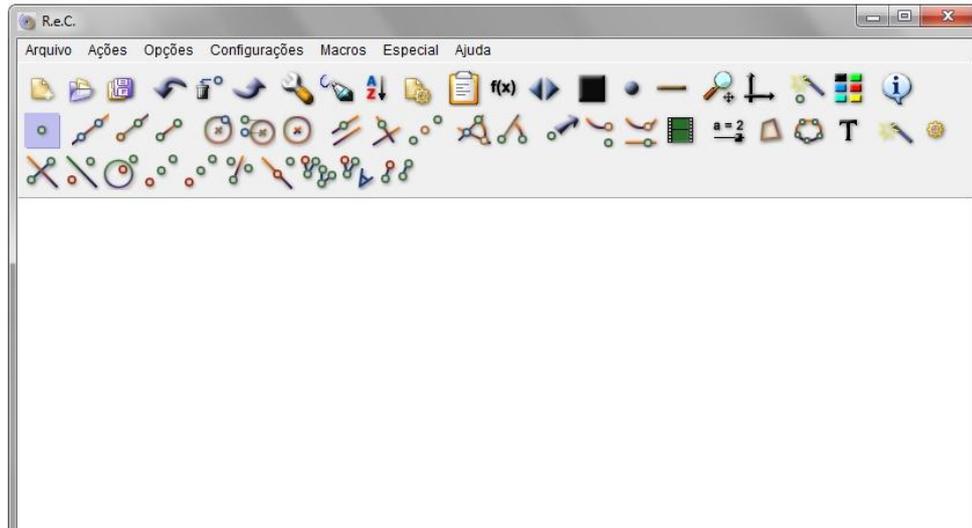


Figura 3 – Tela inicial do software Régua e Compasso

Para Carvalho (2008), o software contém ferramentas para construções geométricas (planas) com régua e compasso e, com muita simplicidade, conseguem-se obter construções geométricas. O autor acrescenta que o software permite marcar pontos, traçar retas e circunferências, transportar distâncias, tirar paralelas e perpendiculares. Vários diagramas típicos de um texto de Geometria Plana podem ser feitos com precisão e rapidez utilizando-se apenas o mouse.

Contrariamente aos desenhos feitos com régua e compasso no papel, as construções geométricas virtuais produzidas com o software Régua e Compasso são dinâmicas - elas se movem sobre o comando do aluno, e os pontos geométricos iniciais de uma construção podem ser *arrastados* com o mouse, mantendo-se as relações matemáticas que vigoram entre eles e os demais objetos. Com isso, é permitido o estudo de uma construção com diferentes configurações, sem que seja necessário realizar uma nova construção. Esse é um dos pontos fortes do software.

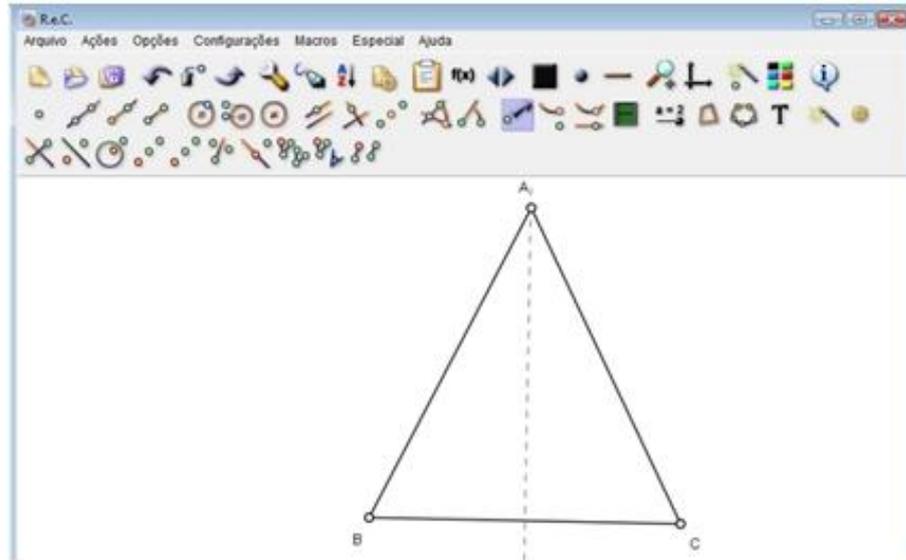


Figura 4 – Triângulo construído pelo software Régua e Compasso

4.4 RECURSOS PRESENTES NO SOFTWARE: CONCEPÇÕES TEÓRICAS

O software “Régua e Compasso” tem várias ferramentas úteis para a construção de objetos geométricos, porém mostraremos as mais básicas para a realização de construções e investigação de propriedades geométricas.

 **Ponto** – Selecionando essa ferramenta e clicando na área de trabalho do software, com o botão esquerdo do mouse, cria-se um ponto livre, móvel. Com ela, é possível determinar pontos fixos, clicando com o botão direito do mouse sobre o ponto e marcando a opção “fixo”.

 **Reta** – Constrói-se uma reta, marcando-se dois pontos.

 **Segmento de reta** – Constrói-se um segmento de reta, marcando-se dois pontos.

 **Semirreta** – É construída do mesmo modo que a reta e o segmento de reta.

 **Reta paralela** – Essa construção é feita clicando-se em uma reta, um segmento de reta ou semirreta e, depois, em uma área livre.

 **Reta perpendicular** – Constrói-se clicando em uma reta e em um ponto.

 **Ponto médio** – É obtido clicando-se em dois pontos.

 **Círculo** – Marcando-se dois pontos A e B ou um segmento AB, sua construção é feita clicando-se no ponto A e depois no ponto B, obtendo-se um círculo com centro em A, passando por B. Essa circunferência tem raio móvel.

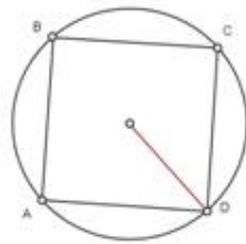
 **Círculo com raio fixo** – Marca-se um ponto (centro da circunferência), a seguir, outro, e digita-se a medida desejada para o raio, em uma janela que se abre automaticamente.

 **Ângulo** – Marca-se o primeiro ponto, em seguida, o vértice do engulo e, por fim, o último ponto.

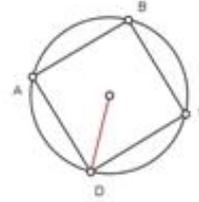
Além das ferramentas mostradas, o software dispõe de outras com várias utilidades na construção de objetos geométricos.

O “arrastar” é uma das principais características do software Régua e Compasso que, segundo Cowper (1994), abre novas possibilidades para o ensino de geometria, baseado na exploração, o que possibilita que os conceitos básicos se tornem mais acessíveis para o aluno. “Ao arrastar um objeto, pode-se observar todos os casos da figura possíveis para um mesmo conjunto de figuras com a mesma propriedade” (HENRIQUES, 1999, p. 53).

Por meio do recurso “arrastar”, podem-se simular diferentes casos da figura, verificando, portanto, os casos possíveis de configuração, para que o aluno possa formular a própria conjectura e verificar se ela é válida. Por exemplo, para que um quadrilátero seja considerado quadrado, precisa ter quatro lados e quatro ângulos congruentes (figura 5). Porém, na Geometria Dinâmica, isso só é possível usando-se o recurso “arrastar”, pois, se a partir da manipulação da figura, os ângulos ou lados não se mostrarem congruentes, essa figura não poderá ser considerada um quadrado, mesmo que antes do uso do recurso “arrastar” ela fosse considerada (figuras 6).

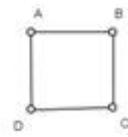


Construção inicial

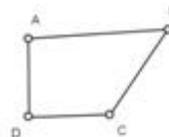


Construção após arrastar um dos vértices

Figura 5 – Recurso “arrastar” em figura geométrica regular



Construção inicial



Construção após arrastar o vértice B

Figura 6 – Recurso “arrastar” em figura geométrica irregular

Essa possibilidade de se verificar essa propriedade da figura é possível devido às propriedades invariantes que ocorrem nas transformações pelo recurso arrastar tratadas por Cowper (1994, p. 174). Segundo esse autor, “essas relações são: paralelismo; ortogonalidade; proporcionalidade (proporção de comprimentos), [dependendo da configuração do software]; simetria pontual (rotacional); simetria axial (reflexivo); incidência (em alguns casos)”.

Durante a fase de conjectura, o “arrastar” pode ser dividido em três modalidades de estratégia para o desenvolvimento de atividades: arrastar sem um propósito definido (“wandering draggin”), em que é possível encontrar ao acaso regularidades e configurações interessantes; arrastar para testar (“dragging test”), quando se procura chegar a alguma hipótese previamente levantada; e lugar geométrico pelo arrastar (“lieu muet dragging”), o que significa que, ao preservar algumas regularidades de uma figura, certo lugar geométrico C é construído empiricamente ao arrastar um ponto P (Olivero et al, 1998).

Vejamos um exemplo para verificar as propriedades presentes em um quadrilátero formado com a união dos pontos médios MNOP de um quadrilátero qualquer ABCD.

Nessa atividade, os alunos podem optar pela estratégia de “arrastar sem um propósito definido”, arrastar os vértices do quadrilátero ABCD, para procurar formular alguma conjectura (Figura 7).

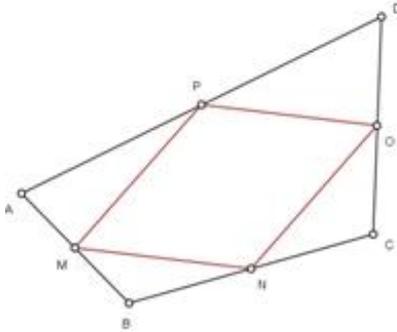


Figura 7 – Manipulação de figura usando-se o recurso “arrastar”

Com isso, os alunos podem levantar a hipótese de que MNOP representa um paralelogramo e, usando os recursos de retas paralelas presentes no software, podem verificar se esse quadrilátero tem dois pares de lados paralelos. (Figura 8)

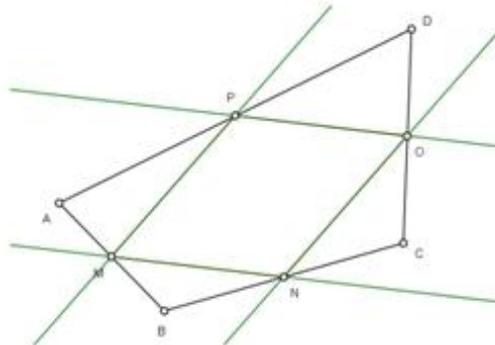


Figura 8 – Uso de retas paralelas para verificar conjecturas

Os alunos podem também usar o recurso presente no software para medir seus lados e perceber se, com a manipulação da figura, usando o recurso arrastar, os lados opostos mantêm as mesmas medidas, atualizadas simultaneamente (Figura 9).

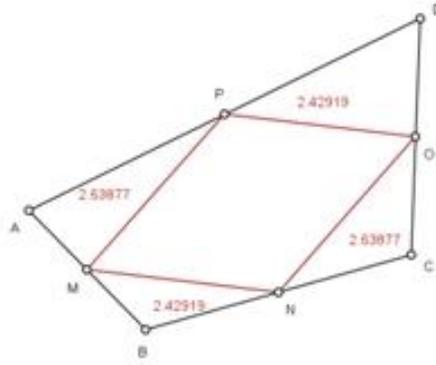


Figura 9 – Conjeturando com medidas dos lados de um quadrilátero

5 METODOLOGIA DA PESQUISA

A partir dos aportes teóricos discutidos até o momento, neste capítulo, destacamos a metodologia utilizada para a realização da pesquisa e a importância dos métodos utilizados. O capítulo apresenta a natureza da pesquisa, suas etapas, os sujeitos envolvidos e os instrumentos utilizados para a coleta de dados.

5.1 A NATUREZA DA PESQUISA

Pelo quadro teórico desenvolvido nesta dissertação, optamos pela pesquisa qualitativa, pelo fato de enfatizarmos mais o processo do que o produto e por não haver possibilidade de quantificar realidades como: olhares, emoções, valores, significados, concepções etc. (BOGDAN e BIKLEN, 1994).

Oliveira (2007, p. 37) define a pesquisa qualitativa como “um processo de reflexão e análise da realidade, através da utilização de métodos e técnicas para a compreensão e o estudo de um contexto”. Assim, esse processo implica estudos segundo a literatura pertinente ao tema, que acarreta na observação do fato, no seu registro por meio da entrevista e/ou do questionário e da análise dos resultados ou dados obtidos.

A pesquisa qualitativa, segundo Bogdan e Biklen (1994) e André (2002), apresenta algumas das especificidades, entre elas, permite que a coleta dos dados e o passar do tempo com os sujeitos investigados direcionem os resultados da pesquisa. Ao adotarmos essa linha de estudo, consideramos como pontos importantes para a análise dos resultados: o contato direto com o universo da pesquisa e a descrição dos elementos constitutivos, isto é, os sujeitos diretamente envolvidos (professor-pesquisador, alunos e professores-participantes).

Acrescentamos, também que, em se tratando de pesquisa em Educação Matemática, o método quantitativo poderia dificultar avanços no sentido de aprofundar discussões a respeito, por exemplo, do uso de tecnologias na sala de

aula. Oliveira (2007) concorda que, para pesquisas educacionais, o procedimento metodológico mais adequado é, de fato, a pesquisa qualitativa, pois

as abordagens qualitativas facilitam descrever a complexidade de problemas e hipóteses, bem com analisar a interação entre variáveis, compreender e classificar determinados processos sociais, oferecer contribuições no processo das mudanças, criação ou formação de opiniões de determinados grupos e interpretação da particularidades dos comportamentos ou atitudes dos indivíduos (p. 59).

Das modalidades de pesquisa qualitativa, a investigação contempla um estudo de caso exploratório, que é um estudo mais simples, específico e delimitado, que possibilita a contextualização do fenômeno estudado e oferece mais flexibilidade no desenvolvimento da pesquisa, já que um dos eixos norteadores é investigar como o software pode contribuir com o Ensino de Geometria.

Utilizamos em nossa pesquisa a Técnica de Grupo Focal (TGF), estratégia qualitativa que utiliza um grupo de discussão informal, de dimensões reduzidas, com o propósito de obter informações em profundidade. Conforme Barbosa (1999) aponta, o objetivo principal de se utilizar um Grupo Focal é revelar a percepção dos participantes sobre os tópicos colocados em discussão.

Para Vaughn (1996), a entrevista através de Grupo Focal é uma técnica qualitativa que se enquadra bem na área educacional. Em uma pesquisa pode ser utilizada apenas essa técnica, mas também pode ser necessário integrar outras técnicas de pesquisa. Suas vantagens são várias: custo relativamente baixo, rapidez na execução, interação forte com os elementos de informação e profundidade de informações.

5.1.1 O estudo de caso

A escolha do estudo de caso para esta pesquisa se justifica por percebermos que, mesmo com a hipótese de que o software Régua e Compasso pode promover avanços significativos para o Ensino da Geometria, planejamos um estudo em que, além de analisar pontos referentes ao ensino, pretendemos observar como os alunos se comportam com sua exploração.

Oliveira (2007) argumenta que “a aplicação do método de estudo de caso deve ser utilizado para atender aos objetivos preestabelecidos pelo pesquisador, como sendo um estudo aprofundado a fim de buscar fundamentos e explicações para determinado fato ou fenômeno” (p. 55).

Para Mucchielli (1996), existem três subcategorias ou tipos diferentes de estudo de caso: o *estudo de caso intrínseco* ou *estudo de caso único* que, nesse caso, trata-se de uma única realidade que, geralmente, é estudada de forma exaustiva, na tentativa de se buscarem novos elementos que expliquem o objeto de estudo; o *estudo de caso instrumental* que, para Mucchielli, fundamenta-se em um determinado modelo teórico em que se pretendem analisar vários fenômenos, na tentativa de buscar respostas para o fenômeno preestabelecido; e o *estudo de caso múltiplo*, em que a pesquisa utiliza mais de uma realidade, visando buscar explicações para o fenômeno.

Nossa pesquisa se enquadra no *estudo de caso múltiplo*, ou melhor, um duplo estudo de caso, pois temos duas realidades diferentes: de um lado, temos um grupo de alunos e, do outro, um grupo de professores participantes. Além de ser uma excelente técnica de pesquisa, o estudo de caso também é utilizado como prática pedagógica, pois, ao mesmo tempo em que os professores participam da pesquisa, levam essa experiência para sua sala de aula.

5.2 O UNIVERSO DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada em dois ambientes diferentes. O primeiro foi uma escola pública de médio porte, que atende desde a pré-escola até o Ensino Fundamental, do 1º ao 9º ano, localizada no município de Orobó/PE, que tem um laboratório de informática com cerca de dez computadores com sistemas operacionais Microsoft Windows e Linux Educacional, adequado à utilização do software, já que ele funciona nos dois sistemas operacionais, desde que tenham a máquina virtual Java instalada.

O segundo ambiente da pesquisa também foi uma escola localizada no mesmo município. Justificamos a escolha de dois ambientes diferentes pelo fato de

que, inicialmente, pensamos em realizar a pesquisa apenas com alunos e, posteriormente, consideramos que seria importante incluir professores na pesquisa.

Escolhemos a primeira escola pelo fato de o pesquisador ser professor dessa escola, no período de sua realização, e por julgarmos ter mais condições de fazer seu acompanhamento. A escolha da segunda escola se justifica por termos melhores condições de reunir os professores envolvidos, já que todos residem em locais próximos a esse estabelecimento.

A pesquisa com os alunos se iniciou no primeiro semestre de 2010. O primeiro momento foi destinado a uma visita à primeira escola, quando fizemos um pedido não oficial à diretora da escola para realizar a pesquisa. Esse contato com a direção da escola foi marcado por uma prévia apresentação sobre o que a pesquisa iria englobar, quais os seus objetivos; e embasado em quais dificuldades tais objetivos foram direcionados. A partir da aceitação, enviamos um termo oficial de anuência da pesquisa tanto para a direção da escola quanto para os pais dos alunos.

Como no currículo da escola existe a disciplina Informática Educativa, a diretora nos orientou a conversar com o professor de Informática para negociar os momentos disponíveis para a realização da pesquisa, já que pensamos em desenvolvê-las nos momentos em que não estivéssemos em sala de aula.

O professor de Informática responsável pelo laboratório nos recebeu muito bem e informou que havia momentos em que o laboratório se encontrava livre e ficou decidido que tais momentos fossem destinados à pesquisa com os alunos.

Voltando à escola em outra ocasião, entregamos o termo de anuência, que a diretora assinou autorizando oficialmente a realização da pesquisa. O termo também foi entregue aos pais para que autorizassem a participação dos alunos.

Durante a pesquisa com os alunos foi que percebemos que seria importante envolver professores para que a análise dos resultados fosse mais precisa. Além de termos mais precisão na pesquisa, a participação dos professores foi importante para validarmos pontos fortes e fracos do software Régua e Compasso em relação a sua exploração no Ensino de Geometria por parte de tais professores.

No que diz respeito à pesquisa realizada pelos professores, tivemos que solicitar à diretora da segunda escola autorização para utilizar o prédio durante os momentos em que a pesquisa seria realizada. Não encontramos obstáculos para

conseguir essa autorização, visto que, já no primeiro contato, a diretora concordou com a ideia e nos cedeu a sala de informática.

5.3 SUJEITOS

Os sujeitos da pesquisa se resumem em dois grupos: o Grupo I, que engloba o estudo de caso com alunos, e o Grupo II, com professores. O Grupo I foi constituído por oito alunos (A1, A2, B1, B2, C1, C2, D1, D2) de ambos os sexos, com faixa etária entre 11 e 13 anos, de uma turma de 7º ano do Ensino Fundamental. O Foi composto pelas duplas: A, B, C e D. A divisão do Grupo em duplas foi feita por acreditarmos que, assim, poderia haver mais interação entre os alunos nas atividades. A escolha dos alunos se deu de modo aleatório e, além da possibilidade de contribuir para a formação dos conceitos geométricos, através da investigação, procuramos observar seu comportamento e suas atitudes ao usarem o uso do software. Assim, também são objetos de estudos fatores como: olhares, emoções, valores, significados, concepções e atitudes.

O Grupo II foi composto por cinco professores (α_1 , α_2 , α_3 , α_4 e α_5), dois dos quais cursaram Licenciatura Plena em Matemática; os demais são professores em formação (estagiários), e no período em que participaram da pesquisa, estavam cursando Licenciatura em Matemática, tinham, em média, dois anos de experiência no Ensino Fundamental e lecionavam a disciplina Matemática em turmas do 6º ao 9º ano. Justificamos a inclusão de professores estudantes na pesquisa para analisar se eles acompanham os avanços ocasionados pelas Tecnologias Digitais no Ensino de Matemática. Também procuramos analisar como essas tecnologias são empregadas em sua formação acadêmica.

O quadro seguinte ilustra os sujeitos divididos em grupos e subgrupos.

Quadro 1 - Sujeitos e grupos

SUJEITOS	
Grupo I – 8 alunos A1, A2, B1, B2, C1, C2, D1 e D2	Grupo II – 5 professores $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ e α_5
Subgrupo I – 4 duplas A, B, C e D	-----

Apesar de a pesquisa ser de natureza qualitativa, para a análise dos dados, utilizamos, em alguns casos, dados quantitativos (BOGDAN e BIKLEN, 1994) para demonstrar aspectos como erros e acertos.

5.4 AS ETAPAS DA PESQUISA

As etapas da pesquisa foram acompanhadas com o objetivo de observar e de participar do seu desenvolvimento (FIORENTINI e LORENZATO, 2006). Os dados foram registrados através da transcrição de entrevistas, questionários, cadernos de campo, gravação do áudio das aulas e fotografias, que Bogdan e BIlken (1994) apontam como instrumentos importantes para o registro das etapas de sua realização, feita em duas etapas.

5.4.1 Etapa I

A etapa I ocorreu no primeiro semestre de 2010 e foi dividida em três fases. Na primeira, foi aplicado um questionário (apêndice B) para levantarmos dados sobre o uso do computador e suas habilidades em Informática. Na segunda, iniciamos a apresentação do software Régua e Compasso e suas funcionalidades, levando em conta os resultados dos questionários.

Na terceira fase, depois do período de sua exploração, aplicamos outro questionário (apêndice D) para identificar as concepções dos sujeitos da pesquisa sobre o uso do software Régua e Compasso.

Quando já havíamos coletado e organizado os dados da pesquisa, procedemos a uma análise com base nesses dados para possíveis constatações e discussões sobre o estudo de caso. Para realizar essas etapas, foi necessário enfatizar os processos de seleção de alguns conteúdos geométricos, como o estudo de ângulos e polígonos. Depois, foram seguidas as etapas de construção e exploração do software.

O contato com os alunos foi marcado quando a pesquisa foi apresentada a eles. Explicamos que se tratava do uso de um software de Geometria e que eles iriam usar o laboratório de Informática, mas que nem todos iriam participar da pesquisa, já que se tratava de um estudo experimental. Eles pediram para que, ao menos, tivessem algum contato com o software.

A partir da escolha aleatória dos alunos, foi entregue um termo de anuência aos pais, para que consentissem que seus filhos participassem da pesquisa, como já discutimos. De posse do termo de autorização dos pais, todos se mostraram interessados em participar da pesquisa, já que o uso do software era algo novo para eles. É importante informar que todos os alunos da turma participaram previamente do funcionamento do software e suas ferramentas e realizaram algumas construções geométricas.

Com a aceitação dos alunos e o consentimento dos pais, os estudantes selecionados responderam a um questionário (apêndice B) sobre seus conhecimentos em relação ao uso do computador. Em seguida, participaram de alguns encontros no Laboratório de Informática. Posteriormente, responderam a um questionário sobre suas concepções em relação ao uso do software no ensino de Geometria.

5.4.2 Etapa II

De modo análogo à etapa I, em que realizamos o estudo de caso com os alunos, na etapa II, esse processo foi feito com os professores e o dividimos em

duas fases. Na primeira fase, aplicamos uma entrevista (apêndice E) sobre a concepção dos professores em relação ao uso de tecnologias no Ensino de Matemática. Na segunda, promovemos três encontros/oficinas com cerca de duas horas cada uma sobre o uso do software no Ensino de Geometria.

Para organizar o estudo de caso realizado com os professores na etapa 2, a princípio, pensamos em fazer uma lista dos que participariam da pesquisa e selecionar alguns deles de forma aleatória. Todavia, devido à dificuldade de estarem disponíveis, julgamos ser mais viável convidar alguns professores conhecidos e que, sob nosso ponto de vista, poderiam se dispor a participar.

Mesmo pensando em convidar professores que já conhecíamos e que julgávamos ter disponibilidade para contribuir com a nossa pesquisa, fizemos uma série de tentativas de contatos com eles, já que a rotina desses profissionais é muito intensa, devido às atividades docentes e acadêmicas, porquanto havíamos pensado em incluir professores-estudantes também.

Os convites preliminares foram feitos de forma informal, e só depois que eles aceitaram participar do projeto foi que entregamos o termo de anuência. Tivemos contato com oito professores, três dos quais informaram que não dispunham de tempo suficiente para participar da pesquisa. Por esse motivo, preferiram não aceitar o convite, embora manifestassem interesse em fazê-lo.

Dos cinco professores que aceitaram o convite, alguns sugeriram que os encontros fossem realizados nos períodos em que eles estivessem de folga, para não comprometer suas atividades, e que acontecessem em uma escola perto de suas residências. Acatamos a sugestão deles como um meio de fazer com que a pesquisa fosse realizada da melhor forma possível, por isso, o espaço escolhido para ministrar o minicurso foi uma escola pública.

A primeira fase da pesquisa com os professores, marcada por uma entrevista, foi relacionada às concepções sobre o uso de tecnologias no ensino de Matemática e aconteceu antes da utilização do software Régua e Compasso.

5.5 OS INSTRUMENTOS PARA A COLETA DOS DADOS

A natureza da pesquisa nos proporcionou a utilização de instrumentos variados para a coleta dos dados, quais sejam: a entrevista, o registro das observações em caderno de campo e os questionários.

Como a pesquisa teve dois grupos de sujeitos (alunos e professores), cada um foi submetido a tipos diversificados de instrumentos de coleta, como por exemplo, as anotações no caderno de campo, como mostram os fragmentos abaixo:

Iniciei as atividades desse encontro entregando um questionário aos alunos sobre o uso do computador.

Houve algumas dúvidas por parte de uma minoria dos alunos, que aos poucos foram esclarecidas com o intuito de eles entenderem o que estava sendo perguntado.

(Diário de campo - Encontro realizado em 18 de fevereiro de 2010)

Hoje compareci a escola para instalar o software em todos os computadores já que o encontro com os alunos sobre o uso do software Régua e Compasso será amanhã.

O processo de instalação não foi tão simples, pois os computadores utilizam o sistema operacional Linux Educacional que demanda um processo de instalação bem diferente do sistema Microsoft Windows.

(Diário de campo - Encontro realizado em 25 de fevereiro de 2010)

Convém enfatizar, que não utilizamos a entrevista no estudo de caso com os alunos, visto que julgamos que esse instrumento não se enquadraria bem, já que lidamos com alunos com faixa etária entre 11 e 13 anos. Portanto, esse procedimento só foi feito com os professores, por ser mais adequado para esses sujeitos.

A entrevista é um instrumento que capta a concepção do entrevistado em relação ao tema abordado. Para Oliveira (2007, p. 86), “*é um excelente instrumento de pesquisa por permitir a interação entre o pesquisador e o entrevistado e a obtenção de descrição detalhada sobre o que se está pesquisando*”.

No termo de anuência dos professores, solicitamos autorização para gravar suas falas e não os identificamos pelos nomes, para preservar sua identidade. Quanto ao questionário, foi utilizado na fase pré e pós-teste pelos alunos. Destacamos que esse instrumento não foi empregado com os professores.

Utilizamos um questionário semiestruturado, com questões fechadas e abertas, para que os envolvidos assinalassem a alternativa que mais caracterizasse seu ponto de vista e ficassem mais à vontade para fazê-lo.

Para cumprir o que estabelece o termo de anuência (anexos 2 e 3), tivemos o cuidado de preservar a identidade dos envolvidos. Os dados obtidos a partir dos questionários nos permitiram elaborar gráficos e tabelas, para melhor os representar, como serão observados mais adiante.

5.6 PROBLEMA PRELIMINAR: A INSTALAÇÃO DO SOFTWARE NO LINUX

Mesmo nos eventos bem planejados, é comum que ocorram imprevistos. Em nossa pesquisa, não foi diferente. Logo de início, deparamo-nos com um problema preocupante: os computadores pertencentes à escola onde realizamos a pesquisa com os alunos não tinham o sistema operacional Microsoft Windows instalado, e sim, o sistema operacional Linux Educacional⁶.

Esse fato não impediu que procedêssemos com a pesquisa, pois o software “Régua e Compasso” também funciona no SO Linux. Apesar disso, nem mesmo o professor de Informática conseguiu instalá-lo, uma vez que o processo de instalação de um software é diferente de um sistema para outro. Assim, encontramos um desafio - procurar tutoriais na internet sobre como realizar a instalação do software no Linux Educacional. Sob a orientação de um técnico em Informática com experiência em Linux Educacional, o processo poderia ser simples, visto que existe uma ferramenta chamada Wine dentro do próprio Linux, que permite o uso de softwares voltados para o Windows.

Juntamente com esse técnico, tentamos realizar o procedimento, mas não obtivemos sucesso, então decidimos procurar novamente na internet materiais que proporcionassem o processo de instalação do software no Linux. Já havíamos quase desistido por ter enviado vários e-mails a pessoas que já utilizaram o software. Então, decidi voltar à escola e tentar instalar o software, quando percebi que o

⁶ Linux Educacional é uma distribuição Linux desenvolvida pelo Centro de Experimentação em Tecnologia Educacional (CETE) do Ministério da Educação (MEC).

fracasso na instalação se devia ao programa Java⁷, uma vez que o software “Régua e Compasso” necessita desse componente para funcionar.

Com a leitura de alguns materiais e com os conhecimentos em Informática adquiridos, conseguimos instalar o software no Linux Educacional, conforme o tutorial que elaboramos e que pode ser observado nos apêndices desta dissertação.

⁷ Java é uma linguagem de programação e uma plataforma de computação lançada pela primeira vez pela Sun Microsystems em 1995. É a tecnologia que capacita muitos programas da mais alta qualidade, como utilitários, jogos e aplicativos corporativos, entre muitos outros, por exemplo. Disponível em: < http://www.java.com/pt_BR/download/faq/whatis_java.xml > Acesso em 17 de setembro de 2010.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, apresentamos os resultados da pesquisa com base nos dois estudos de casos já apresentados com professores e alunos, que foram realizados em períodos e ambientes distintos, por razões que facilitaram a realização da pesquisa, conforme relataremos de forma mais detalhada a seguir.

Para analisar e discutir os dados coletados, recorreremos ao Modelo de Van Hiele (1986), à Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003) e à Teoria Construcionista de Papert (1994), além dos estudos referentes à Geometria Dinâmica em Zulatto (2002), Gravina (1996), Cowper (1994), entre outros.

6.1 ANÁLISE SOBRE O USO DO COMPUTADOR PELOS ALUNOS

Através do questionário respondido pelos alunos na fase de pré-teste da pesquisa (apêndice B), observamos que poucos possuem computador em casa, no entanto grande parte deles já faz uso desse equipamento frequentemente. Chamou-nos a atenção o fato de, apesar de alguns dos alunos não terem computador em casa, fazerem uso dele diariamente.

O gráfico 1 mostra o uso dos computadores pelos alunos pesquisados.

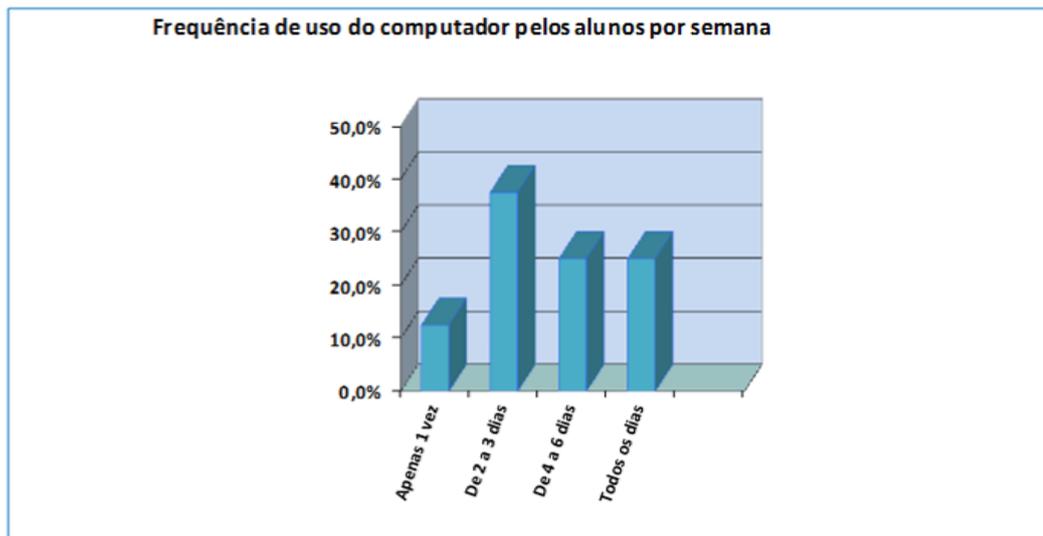


Gráfico 1 – Frequência de uso do computador pelos alunos por semana

De acordo com o gráfico 1, quase 40% dos alunos usam o computador dois a três dias por semana, levando-se em conta que, em um desses dias, o computador é destinado às aulas de Informática Educativa, e que quase 30% dos alunos usam-no diariamente.

Não estamos enfocando que o uso do computador, por si só, trará melhorias na aprendizagem dos alunos, mas que, quando utilizada de forma planejada, essa ferramenta facilita o processo de ensino-aprendizagem.

Papert (1994), ao relatar a história da inserção do computador na Educação, afirma que a questão do uso de tal recurso não se resume em inserir um produto após o outro, como se fosse um mecanismo parecido com uma indústria de produção de produtos. Para ele, “sua essência está no crescimento de uma cultura, e ela pode ser influenciada construtivamente apenas quando entendemos e fomentamos tendências nela presentes” (p.153).

Ao observar alguns alunos usando o computador, Papert (1994) percebeu que eles conseguiam desenvolver esquemas mentais com estratégias eficazes para alcançar objetivos previamente estabelecidos. Então, chegou à conclusão de que “os computadores não apenas melhoram a aprendizagem escolar, mas apoiam formas diferentes de se pensar e de aprender” (p. 167).

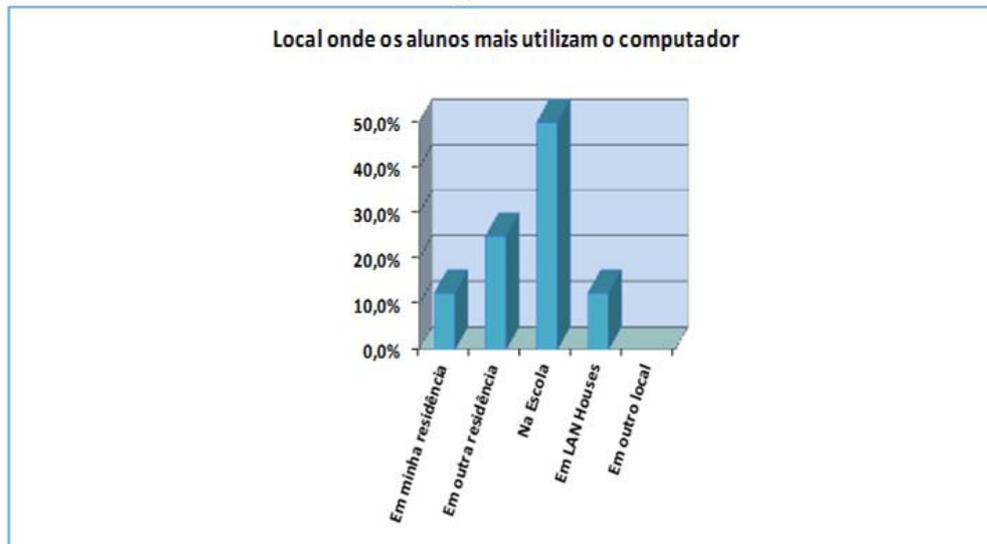


Gráfico 2 – Local onde os alunos mais utilizam o computador

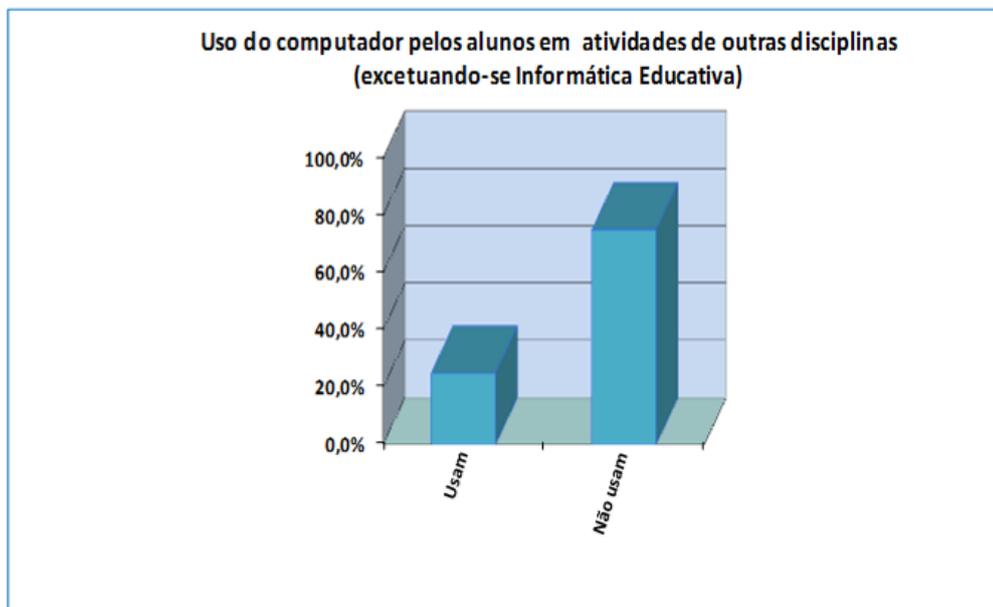


Gráfico 3 – Uso do computador em atividades de outras disciplinas

Os dados apresentados pelo gráfico 2 apontam que a escola é o local onde a maioria dos alunos pesquisados mais utilizam o computador. Contudo, o gráfico 3 demonstra que, entre os alunos pesquisados, 75% deles informaram que não utilizam o computador em atividades das disciplinas escolares, excluindo-se a disciplina Informática Educativa.

Esses resultados nos chamaram a atenção, pois como pode a escola, com a quantidade de informações que fluem em diversos veículos de comunicação, excluir o computador como um recurso didático para a exploração dos conteúdos, já que os próprios alunos estão inseridos em uma cultura em que o computador já é considerado até mesmo um utensílio doméstico?

Nessa concepção, Papert (1994), ao argumentar que o computador é parte do contexto do cotidiano dos alunos, acrescenta que, para que os conteúdos didáticos sejam significativos para eles, devem incluir contextos da realidade em que vivem, do contrário, a escola será encarada como um local de aprendizagem isolado de suas necessidades.

Ao fazer uma relação entre o processo de aprendizagem do aluno na escola e a cultura onde ele está inserido, Ausubel (2003, p. 37) esclarece que “o valor de uma grande parte da aprendizagem escolar apenas se pode defender na medida em que melhora a compreensão que um indivíduo tem de ideias importantes na sua cultura”.

Assim, se a cultura em que o aluno está inserido influencia em seu processo de aprendizagem, pelos dados apresentados nos três gráficos, é importante destacar que a escola precisa estar preparada para as inovações tecnológicas (Lèvy, 1993), porque os alunos fazem parte de uma nova cultura, mas a comunidade escolar precisa acompanhar esse paradigma, do contrário, no futuro, ocorrerá um conflito entre o processo de aprendizagem do aluno e o processo de ensino oferecido pela escola.

6.2 ANÁLISES E DISCUSSÕES DAS ATIVIDADES REALIZADAS NO LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA PELOS ALUNOS

No Laboratório de Informática, os alunos colaboradores participaram de três encontros/aulas iniciais, com duração média de 1 hora cada um, em que foram abordadas a apresentação e a utilização dos recursos presentes no software.

Todas as atividades foram realizadas com elementos geométricos pré-construídos, pois o objetivo do estudo não é apenas o de ensinar os alunos a construir figuras geométricas, mas também saber como concebem o ensino em que eles possam formular conceitos geométricos por meio do software.

As atividades foram analisadas e discutidas à luz do Modelo de Van Hiele (1986), da Teoria Construcionista de Papert (1994) e da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003).

A seguir, destacamos as atividades de que os alunos participaram e informamos que, em todas, eles estiveram livres para consultar materiais, como o livro de Matemática e o caderno de anotações.

6.2.1 Atividade com quadriláteros

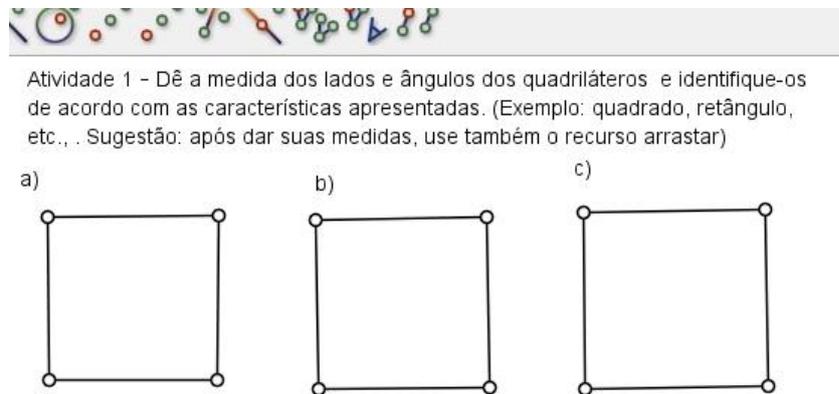


Figura 10 – Atividade 1 com quadriláteros

Essa atividade foi composta por três quadriláteros. As figuras foram elaboradas de forma proposital, para parecer que tinham as mesmas características, porém, na verdade, elas representam um quadrilátero qualquer (letra “a”), um quadrado (letra “b”) e um retângulo (letra “c”).

Pela simples observação, os alunos das duplas “B” consideraram que os quadriláteros apresentam indícios que podem conduzir a classificá-los como semelhantes e regulares.

Os integrantes das outras duplas - “A” “C” e “D” - inicialmente, também achavam que todos os quadriláteros são quadrados, sem ao menos realizar nenhum procedimento, como arrastar com o mouse ou, pelo menos, fazer medições. Sob nossa orientação, a dupla “B” fez esse procedimento e utilizou o mouse, o que

possibilitou que percebesse diferenças entre as figuras e refizesse a questão. O mesmo procedimento foi utilizado com as duplas “C” e “D”.

A seguir, destacamos parte dos argumentos da dupla “B” no momento da pesquisa. Chamados um integrante dessa dupla de A1, e o outro, de A2:

1- Prof. — *Pessoal, na atividade 1, vocês devem classificar os quadriláteros apresentados, mas antes não esqueçam de medir seus lados a partir das ferramentas que já foram mostradas a vocês nos encontros anteriores.*

2- B1 — *Professor, acho que as figura são iguaizinha.*

3- B2 — *B1, ver que quando eu movo a figura da letra (a) ela se ‘desmantela’ toda, mai a figura da letra (b) só fai girar, mai os lado não aumenta.*

4- B1 — *A figura (c) também num se desmantela, mai ela aumenta diferente da figura (b). Ô B2, acho que a figura (b) é um quadrado, porque ela fica com os lados iguais.*

5- B2 — *... mede os lado dele e dos outro também, depoi a gente move pra ver como ficam.*

6- Prof. — *Gente, vocês podem também usar a ferramenta de retas paralelas e retas perpendiculares, isso vai ajudar muito na hora de fazer as classificações.*

7- B1 — *... acho que a figura (a) num é nem quadrado, nem retângulo, nem nada. Professor, então qual o nome dessa figura?.*

8- Prof. — *se você não encontrou nenhuma classificação para a figura, então ela deve ser chamada apenas de quadrilátero mesmo.*

9- B1 — *B2, mede os lado da figura (c) pra gente ver o que acontece se a gente aumenta-la ou diminuí-la.*

10- B2 — *ôpa! a figura da letra (b) é um quadrado porque todos os lado ficam do mermo tamanho. Acho que a figura da letra (c) é um retângulo. B1... ver no livro pra gente ver se retângulo fica assim mesmo.*

(Fragmento da aula ocorrida em 26 de fevereiro de 2010)

A partir do que observamos na dupla “B”, é possível notar a interação dos alunos quando se deparam com problemas de investigação. Nessa atividade, eles foram desafiados a analisar as propriedades dos quadriláteros antes de classificá-los.

Observamos que, inicialmente, todas as duplas consideraram o quadrilátero da letra “c” (retângulo) como regular e esqueceram que, apesar de os ângulos serem congruentes, os lados não o são. Nessa atividade, os alunos tiveram a oportunidade de comparar os quadriláteros, conjecturar e identificar propriedades através da exploração de seus elementos constituintes (segmentos, ângulos, entre outros).

Fazendo uma análise comparativa entre a fala da *linha 2*, quando o aluno *B1* argumenta: “*Professor, acho que as figuras são iguaizinha*”, e a fala da *linha 10*, em que o aluno *B2* diz: “*ôpa! a figura da letra (b) é um quadrado porque todos os lados ficam do mermo tamanho. Acho que a figura da letra (c) é um retângulo. B1... ver no*

livro pra gente ver se retângulo fica assim mesmo”, constatamos que houve um processo de aprendizagem pela descoberta significativa descrita por Ausubel (2003), pois os alunos apresentam hipóteses iniciais, com as ferramentas disponíveis no software, procuram caminhos para validá-las, valendo-se dos conhecimentos geométricos adquiridos anteriormente.

No que se refere à Teoria Construcionista, Papert (1994) argumenta que a tecnologia, por si só, não traz melhorias significativas. Quando, na condição de professor, falamos: *“Gente, vocês podem também usar a ferramenta de retas paralelas e retas perpendiculares, isso vai ajudar muito na hora de fazer as classificações”*, constatamos que o professor é um agente imprescindível para a ocorrência de uma aprendizagem significativa, pois auxilia os alunos a percorrerem caminhos que levam à comprovação de suas hipóteses iniciais, o que confirma que o ensino mediado pelo computador traz avanços significativos para a aprendizagem.

Conforme descrevem Borges Neto e Santana (2000), apenas o contato com a ferramenta tecnológica não vai garantir que haja uma aprendizagem satisfatória para o aluno, o que nos leva a destacar a importância de os professores estarem preparados para atuar como mediadores do processo de ensino.

Do ponto de vista do Modelo de Van Hiele, poderíamos afirmar que os alunos da dupla “B”, em relação aos níveis de maturação geométrica, estão situados no Nível 0, ou Nível Básico, porém é notável observar que o software permite ao aluno discutir as observações a respeito da figura projetada na tela do computador. Conseqüentemente, podemos afirmar que há uma transição do Nível 0 para o Nível 1, ou seja, o Nível Análise, já que tais alunos realizaram uma análise por meio do experimento ou da manipulação (LINDQUIST e SHULTE, 1994).

6.2.2 Atividade com hexágono

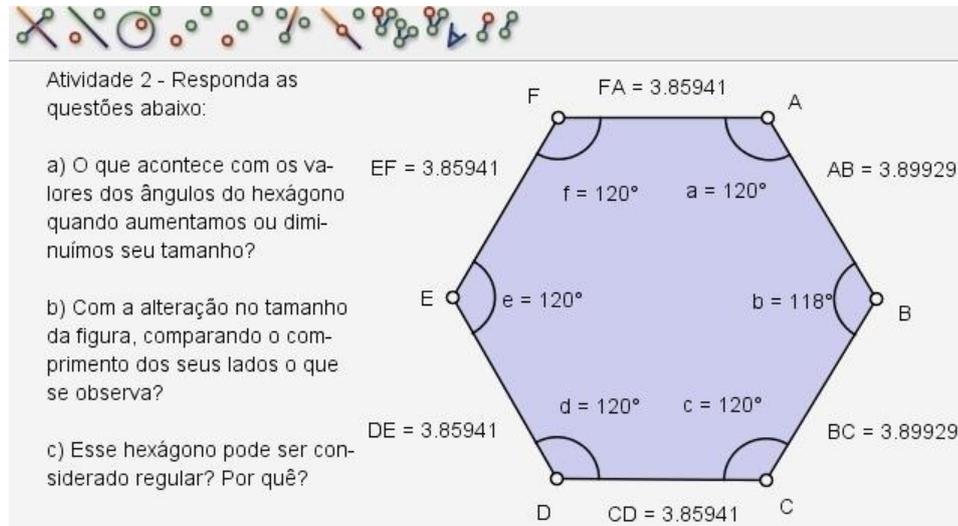


Figura 11 – Atividade 2, com hexágono

Antes de fazer a atividade, os alunos tiveram que medir os lados e os ângulos para que pudessem levantar hipóteses e conclusões, já que, inicialmente, elas não estavam expostas nesse hexágono.

Um dos integrantes da dupla “B” argumentou que deveria usar a ferramenta ângulo para medir os ângulos e comparar os valores encontrados. A dupla “C” sentiu algumas dificuldades para medir os segmentos e os ângulos, mas logo foi superando.

A pesar de acompanharmos as quatro duplas, selecionamos os argumentos da dupla “A”, descritos a seguir.

11- A2 – Deixa eu medir os para vê quanto dá. Professor ajude aqui a medir os lado, eu já medi, mai num aparece não.

12- Professor – Vocês têm que clicar com o botão auxiliar “em cima” do segmento e depois marcar o ícone com a letra “A”  e o ícone com um segmento de reta onde aparece o número 0,2 , depois só fazer o mesmo para os restantes dos lados do hexágono.

13- A2 – Brigado, professor, a gente tá conseguindo.

14- A1 – Pra medir os ângulo eu acho que é nesse botão aqui... eita! Apaguei... e agora?

15- A2 – Naquele botão ali volta de novo.

16- A1 – Pronto! Agora acertei... eita, mai tem que clicar no A, depois no B e depois no C... Só que apareceu o negócio do ângulo, mai e o valor?

17- Prof. – Vocês estão esquecendo de fazer como foi feito antes... clicar com o botão auxiliar sobre o ângulo e....

18- A1 — *É mermo... pronto! Agora já deu pra vê que o hexágono é regular”.*

19- Professor — *“A1, por que o hexágono é regular?*

20- A1 — *Porque tem os lado igual e os ângulo igual.*

21- Prof. — *Correto! Agora vocês devem registrar no caderno.*

22- A2 — *Eu vou respondeno a letra (a) e tu a letra (b), visse...*

(Fragmento da aula ocorrida em 02 de março de 2010)

Ao final da atividade, a dupla “A” conseguiu atingir o que esperávamos, que seria identificar uma figura regular e uma figura irregular a partir das medidas de seus lados e ângulos.

Um dos integrantes da dupla “D”, “D1”, apresentou uma dúvida e perguntou:

23- D1 — *Por que o retângulo não é regular?*

(Fragmento da aula ocorrida em 02 de março de 2010)

O integrante “B2”, da dupla “B”, por ter vivenciado o problema, afirmou:

24- D1 — *O retângulo não é um polígono regular porque mermo tendo os ângulos iguais tem lados diferentes.*

(Fragmento da aula ocorrida em 02 de março de 2010)

Pelo exposto, subentendemos que eles tiveram intenção de falar que nem todos os lados do retângulo têm medidas iguais, apesar de todos os ângulos terem a mesma medida.

Em uma análise geral das quatro duplas nessas atividades, percebemos que os alunos foram capazes de deduzir, de informalmente, que polígonos regulares têm lados e ângulos com as mesmas medidas. Partindo do Modelo de Van Hiele, apontamos que tais alunos apresentam características que os situam entre os níveis 1 e 2, ou seja, entre os níveis *análise* e *dedução informal*, pois conseguem analisar propriedades presentes na figura e estabelecer inter-relações entre tais propriedades.

6.2.3 Atividade com triângulo

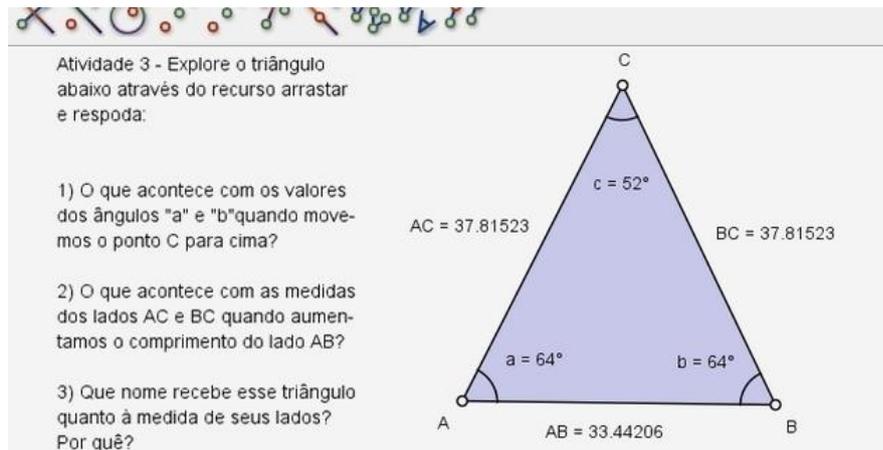


Figura 12 – Atividade 3, com triângulo isóscele

Nessa atividade, inicialmente, o triângulo foi construído de modo intencional, de forma que seus ângulos tivessem, aparentemente, a mesma medida. A seguir, destacamos parte do diário dessa atividade.

25- C2 — Parece que o triângulo é equilátero, vamo medir os lado... deixa que faço.

26- C1 — Tem que marcar aqueles botão pra mostra a medida, visse?

27- C2 — Eita! É mermo, se não vai mostrar.

28- Prof. — Pessoal, vocês mediram os lados, mas vejam que a pergunta da letra (a) se refere aos ângulos do triângulo.

29- C2 — Brigado, professor... Pronto, já medi.

Professor — Então, vamos lá... o que acontece com os valores dos ângulos 'a' e 'b' quando movemos o ponto C para cima?

30- C1 — os ângulos ficaram maiores e iguaizinhos e o ângulo 'c' ficou menor, pode ver B2, ó.

31- Prof. — Certo, gente! Mas, para ficar mais esclarecido: os ângulos 'a' e 'b' tiveram suas medidas aumentadas, porém com valor iguais; ou seja, se 'a' aumentou para 64° , 'b' aumentou para o mesmo valor.

(Fragmento da aula ocorrida em 09 de março de 2010)

Nessa atividade, os alunos da dupla "C", de início, demonstraram acreditar que o triângulo se caracterizava como equilátero. Porém, ao utilizar o recurso "arrastar" e medir seus lados e ângulos, seguindo a orientação da atividade, perceberam mudanças nas propriedades desse triângulo. De acordo com as definições, os alunos puderam classificá-los como isósceles, pelo fato de que ele tem dois lados e ângulos congruentes.

Na fala dos alunos, percebemos que eles levantam hipóteses iniciais, como é o caso da fala 25, quando o aluno C2 diz: "Parece que o triângulo é equilátero, vamo medir os lado... deixa que faço". Observe que essa é uma hipótese inicial, mas que o

aluno já tenta investigar se, de fato, ela se confirma, o que deixa claro que, conforme a Teoria da Aprendizagem defendida por Ausubel (2003), a aprendizagem só é significativa para o aluno, quando ele é motivado a se envolver com um assunto ou tema utilizando seus conhecimentos prévios e seus próprios mecanismos cognitivos.

No que se refere à fala 26, do aluno C1, quando afirma: “*Tem que marcar aqueles botão pra mostra a medida, visse*” e à fala 27, de C2, quando diz: “*Eita! É mermo, se não num vai mostrar*”, percebemos que eles próprios desenvolvem estratégias para validar conjecturas. Nesse caso, utilizam a ferramenta do software que julgam ser mais adequada ao método de validação da hipótese previamente elaborada. Papert (1994) considera que os alunos aprendem por sua própria necessidade, apoiados no ensino mediado pelo computador.

À luz da Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003), a análise da transcrição dessa aula deixa claro que os alunos têm pré-disposição para a aprendizagem, o que faz com que ela ocorra de forma significativa e, ao mesmo tempo, seja pautada na construção do conhecimento mediado por computador (PAPERT, 1994), ou seja, na necessidade dos próprios alunos envolvidos ao utilizarem as ferramentas do software, na tentativa de formular conjecturas e testar hipóteses.

No que se refere ao Modelo de Van Hiele, observamos que, de modo geral, o software ajuda os alunos a analisarem criticamente as propriedades de um triângulo - medidas de lados, ângulos - entre outras. Por isso, podemos afirmar que essa ferramenta possibilita os alunos fazerem a transição entre níveis diferentes de maturação geométrica. Nas três atividades discutidas, observamos que há indícios da passagem do Nível 0 para o Nível 1, apresentando, muitas vezes, características do nível 2, a *dedução informal*.

6.3 DISCUSSÕES EM RELAÇÃO AO USO DO SOFTWARE RÉGUA E COMPASSO PELOS ALUNOS

A partir do questionário, observamos que todos os alunos consideraram o software uma ferramenta de fácil utilização e com uma interface agradável. Em relação à interface de softwares, Ballachef e Bellemain (2002, p. 22) afirmam que

“as interfaces de [...] representação concretas dos objetos e relações desse sistema⁸ têm também um papel central nessa construção de conhecimentos dos sujeitos”.

Então, se a interface tem um papel importante para a construção do conhecimento, e se os alunos se sentiram confortáveis com a interface apresentada pelo software “Régua e Compasso”, podemos afirmar que seu uso contribuiu para que eles fizessem as atividades propostas de modo a adquirir conhecimento.

Uma das questões inseridas no questionário permitiu a elaboração do quadro a seguir, que mostra a opinião dos alunos sobre a interação interpessoal através do uso do software Régua e Compasso no ensino de Geometria.

Quadro 2: Opinião dos alunos sobre a interação interpessoal

Questão	
Em relação à exploração de figuras geométricas pré-construídas, o software favoreceu a possibilidade de interação entre você, seu (sua) colega e o professor?	Alunos
1. Sim, entre todos: eu, meu (a) colega e o professor.	5
2. Sim, mas entre mim e meu (a) colega apenas.	1
3. Sim, mas entre mim e o professor apenas.	2
4. Não, não houve interação ao utilizar o software.	0

O quadro 2 nos revela que mais da metade dos alunos participantes da pesquisa informaram haver interação entre todos os envolvidos (aluno-aluno-professor) através do software. Nenhum dos alunos relatou que não houve interação em relação ao seu uso, o que confirma a nossa hipótese inicial de que o software proporciona um ensino pautado na interação.

Do ponto de vista do processo de interação, argumentamos que a interação é um pré-requisito para a aprendizagem significativa, pois, como afirma Filatro (2008, p. 107), “só podemos proporcionar experiências de aprendizagem significativa se a solução educacional projetada for, antes de tudo, interativa”.

Então, é evidente que o software tem uma interface responsável por esse processo interacional de tal modo que oferece atividades de geometria que exijam

⁸ Ballachef e Bellemain se referem a sistemas que envolvem Geometria Dinâmica.

que os alunos interajam com os conteúdos abordados, com os colegas envolvidos e com o professor.

Por trás do processo de interação usando-se o software, ficou claro que, quando se deparam com questões em que são desafiados a investigar uma propriedade ou princípio,

(...) os alunos dão início ao processo de articulação de conhecimentos que os abriga a refletir sobre seu conhecimento de maneiras novas e diferentes. Isso, inclusive, vai ao encontro de ideia de alunos como produtores de conhecimento, e não apenas consumidores. (FILATRO, 2008, p. 110)

Observando a avaliação dos alunos apontadas pelo quadro 3, a seguir, podemos mencionar que quase todos afirmaram que, com o uso do software, os conteúdos geométricos se tornaram mais fáceis de serem compreendidos.

Quadro 3 - Avaliação dos alunos em relação à abordagem dos conteúdos

Questão	
Como você avalia a maneira como os conteúdos de geometria são abordados a partir do software Régua e Compasso?	Alunos
1. Os conteúdos se tornaram mais fáceis de serem compreendidos.	7
2. Apenas alguns conteúdos se tornaram mais fáceis de serem compreendidos.	1
3. Não houve melhoria na compreensão dos conteúdos.	0
4. Os conteúdos se tornaram mais difíceis de serem compreendidos.	0

Uma questão que merece destaque é que inserimos, entre as opções de resposta, o termo “fáceis”, para que possamos agora discutir o que, de fato, significa algo “fácil” para os alunos, já que os conteúdos geométricos, na maioria das vezes, são tratados pelos alunos como algo “difícil” de ser compreendido.

Em busca de explicações sobre esse fato, notamos que, como aponta Papert (1994, p. 135), “os alunos, muitas vezes, aprendem algo diferente do que ensinamos e até certos conceitos ou conteúdos que julgamos serem complicados, tais alunos podem encontrar facilidade em sua compreensão”.

Isso nos leva a refletir sobre o fato de que o termo “fácil” pode ter sido encarado pelos alunos como algo “significativo”, pois, como refere Ausubel (2003), o

conteúdo é significativo para o aluno quando o processo de aprendizagem é fruto da concepção de que ele supera os limites da aprendizagem por recepção, criando seus próprios mecanismos de aprendizagem.

Assim, não importa qual seja a instrução recebida por tais alunos, o que importa é que a instrução ofereça oportunidade para que eles assimilem o conteúdo das matérias de uma forma mais ativa, integradora e crítica, manifestando opiniões críticas em relação ao que estão estudando (AUSUBEL, 2003).

Para a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, o aluno pode considerar algo fácil ou ter facilidade em realizar alguma tarefa quando assume uma responsabilidade adequada pela própria aprendizagem:

- a) Quando aceita a tarefa de aprender ativamente, procurando compreender o material de instrução que lhe ensinam;
- b) Quando tenta, de forma genuína, integrá-lo aos conhecimentos que já detém;
- c) Quando não evita o esforço ou a batalha por novas aprendizagens difíceis e não exige que o professor 'lhe faça a papa toda';
- d) Quando decide fazer as perguntas necessárias sobre o que não compreende.

Embasados nas teorias discutidas e nas ideias de Zulatto (2002), destacamos que o software Régua e Compasso representa um mecanismo capaz de fazer com que os alunos compreendam conceitos que seriam mais difíceis de ser compreendidos por meio de figuras estáticas.

A análise das aulas no laboratório nos fez constatar que figuras dinâmicas proporcionam mecanismos de aprendizagem pela descoberta significativa defendida por Ausubel (2003), o que se resume na aquisição de conhecimentos. Além de o aluno aprender de forma natural, temos observado que, com o software, as atividades contribuem para que os alunos passem de um nível de maturação geométrica para outro (VAN HIELE e VAN HIELE, 1984).

6.4 ANÁLISE DAS ENTREVISTAS REALIZADAS COM OS PROFESSORES

Com base nas entrevistas realizadas com os professores, observamos que esses profissionais consideram que figuras dinâmicas contribuem para que o aluno identifique com mais facilidade suas propriedades geométricas. É importante destacar também que, nessa etapa da pesquisa, os professores ainda não conheciam o software Régua e Compasso, apenas ouviram falar sobre ele. A seguir, destacamos uma das perguntas utilizadas na entrevista.

Professor, gostaria que falasse sobre seu ponto de vista em relação a figuras estáticas presentes nos livros didáticos. Se essas figuras pudessem ser manipuladas, você acredita que aumentaria a possibilidades de identificar propriedades geométricas em tais figuras?

Em resposta a nossa pergunta, tivemos vários pontos de vistas, como os que destacamos abaixo:

32- $\alpha 1$ – *Acredito, pois apenas ver é diferente de manipular. Se os alunos, ao invés de imaginar quais propriedades presentes em tal figura, pudessem manipulá-la, é certo que eles teriam um aprendizado mais satisfatório.*

33- $\alpha 2$ – *Sim, pois é uma possibilidade a mais do que apenas observar figuras estáticas e imaginar as propriedades presentes ali. A partir da manipulação o aluno tem um leque de possibilidades de identificar tais propriedades, o que é pouco provável que isso ocorra em figuras impressas.*

34- $\alpha 3$ – *Eu acredito que existe muita dificuldade quando queremos explicar aos alunos certa propriedade decorrente de uma figura geométrica a partir de figuras estáticas porque a figura estática não possibilita sua manipulação e com a manipulação isso fica mais fácil, ou seja, é mais fácil fazer com que os alunos compreendam tais propriedades.*

35- $\alpha 4$ – *Acredito que aumentaria o interesse dos alunos, pela curiosidade, por encontrar novas formas e pelo simples motivo de serem desafiados.*

36- $\alpha 5$ – *Acredito sim, pois a partir da manipulação os alunos irão identificar com mais facilidade as propriedades; já nos livros didáticos as figuras não podem ser manipuladas de tal forma que não se pode movê-la, apenas imaginá-la, então fica difícil a compreensão geométrica.*

(Transcrição das respostas à pergunta da entrevista realizada com professores em 07 de maio de 2011)

A fala 33, de $\alpha 2$, merece nossa atenção, pois reforça nossa proposta de ensino em busca de solução para o problema de pesquisa, que é a dificuldade de identificar propriedades geométricas presentes em figuras estáticas. Os argumentos desse professor nos remetem ao que Zulatto (2002, p. 21) defende, quando afirma que “o aluno pode formular suas próprias conjecturas e tentar verificar se elas são válidas”, ou seja, o próprio aluno irá realizar a verificação e validação da conjectura que formulou.

Quando $\alpha 5$ afirma: *“Acredito sim, pois a partir da manipulação os alunos irão identificar com mais facilidade as propriedades; já nos livros didáticos as figuras não podem ser manipuladas de tal forma que não se pode movê-la, apenas imaginá-la, então fica difícil a compreensão geométrica”*, $\alpha 5$ (linha 36) nos leva a inferir que o ensino que permite a manipulação de figuras geométricas leva o aluno a ter uma aprendizagem por descoberta significativa, descrita por Ausubel (2003), confirmando que figuras estáticas dificultam o processo de reconhecimento de propriedades.

A fala de $\alpha 1$, observada na linha 32, comprova que são necessários novos recursos para o Ensino de Matemática: *“Acredito, pois apenas ver é diferente de manipular. Se os alunos, ao invés de imaginar quais propriedades presentes em tal figura, pudessem manipulá-la, é certo que eles teriam um aprendizado mais satisfatório”*. A resposta dada por esse professor nos leva a respaldar que o ensino mediado pelo computador (nesse caso, o software), embasado na Teoria Construcionista de Papert (1994), é uma saída para que os alunos aprendam através da manipulação, já que, com o software, é possível realizar esse procedimento.

Os depoimentos dos professores denotam que existe uma demanda elevada desses profissionais em relação ao uso de recursos tecnológicos que permitam a manipulação de figuras geométricas. Todos os envolvidos nessa etapa da pesquisa afirmaram que há limitações para identificar propriedades decorrentes das figuras geométricas através de livros didáticos, o que comprova a existência do problema levantado nesta pesquisa.

Grande parte dos entrevistados afirmou que estão preparados para usar novas tecnologias na sala de aula, porém alguns deles complementaram que poucas escolas têm uma estrutura adequada para esse fim, além da má formação acadêmica em relação ao uso de Tecnologias Digitais no Ensino de Matemática, o que representa um problema a ser superado.

Quando solicitados a falar um pouco sobre o uso de softwares de Geometria Dinâmica no Ensino de Matemática e a mencionar o que eles podem trazer para o ensino, os entrevistados assim se expressaram:

37- $\alpha 1$ – *Acredito que pode haver uma visão mais ampla por parte do aluno, pois o aprendizado será adquirido a partir do ensino da matemática pautado na tecnologia.*

38- $\alpha 2$ – *Os softwares de geometria dinâmica oferecem oportunidades para que os alunos aprendam a partir da descoberta. Eu acredito que a partir do ensino por meio desses softwares o professor tem mais uma opção de recurso a ser utilizado em suas aulas de matemática.*

39- $\alpha 3$ – *Os softwares geométricos são importantes ferramentas para resgatar no aluno o gosto pela matemática. Eles podem trazer para o ensino uma grande inovação, pois oferecem formas diferentes de se ensinar e de se aprender matemática brincando.*

40- $\alpha 4$ – *Por meio dos softwares de geometria dinâmica o aluno pode explorar sua própria criatividade e o professor se torna o gerenciador das atividades propostas. Pelo que percebo, os softwares oferecem mais uma maneira de se ensinar e de se aprender geometria.*

41- $\alpha 5$ – *O uso de softwares de geometria dinâmica no ensino de matemática é importante, pois facilita a compreensão de conceitos e propriedades das figuras. Esses softwares vão trazer uma grande inovação no ensino de matemática, além disso, a matemática pode deixar de ser um bicho papão para muitos alunos.*

(Transcrição das respostas à pergunta da entrevista realizada com professores em 07 de maio de 2011)

Entre as respostas apresentadas pelos professores entrevistados, destacamos o argumento de $\alpha 4$ (linha 40), quando afirma que, “*Por meio dos softwares de geometria dinâmica, o aluno pode explorar sua própria criatividade, e o professor se torna o gerenciador das atividades propostas(...)*”.

À luz dos estudos realizados por Zulatto (2002) sobre o tema em questão, os argumentos desse professor nos permitem afirmar que os softwares de Geometria Dinâmica, quando usados com o propósito de investigar propriedades geométricas, permitem maior possibilidade de formação de conceitos.

No que se refere à concepção de Papert (1994) sobre o uso de recursos tecnológicos pela escola, a resposta de $\alpha 5$, descrita na linha 41, aponta que o uso de softwares no ensino representa avanços para o Ensino de Matemática e pode facilitar o processo de ensino, uma vez que a matemática pode deixar de ser um “bicho papão” para muitos alunos.

Assim, de um modo geral, analisando as respostas dos professores a essa pergunta, percebemos que há uma concepção positiva em relação ao uso de softwares de Geometria Dinâmica no Ensino de Matemática.

6.5 O MINICURSO REALIZADO COM OS PROFESSORES

As etapas que antecederam o minicurso foram marcadas por encontros preliminares relativos às visitas do Laboratório de Informática e verificação sobre o estado dos computadores para evitar imprevistos durante seu andamento.

No primeiro momento do minicurso, apresentamos a pesquisa aos professores e o seu objetivo. Depois, eles tiveram cerca de uma hora de oficina, que foi destinada às funcionalidades do software.

Durante a oficina, percebemos que alguns dos professores tiveram poucas dificuldades de usar o software. Uma delas ocorreu quando eles tentavam mover uma figura com o botão principal do mouse, quando isso só é possível com o botão auxiliar ou ativando a ferramenta  “mover ponto”; outra dificuldade foi quando queriam aumentar ou diminuir o zoom. Os fragmentos abaixo confirmam esse momento:

42- $\alpha 4$ – Quando eu tento mover a figura eu acabo apagando o seguimento que clico.

43- $\alpha 1$ – O mesmo está acontecendo comigo, como faço para isso não acontecer?

44- Prof. Form. – Pessoal, observe que para mover seguimentos ou mesmo pontos, vocês precisam ativar a ferramenta “mover ponto”, pois se, por exemplo, vocês tiverem usando a ferramenta “ângulo” e clicarem sobre um seguimento de reata na tentativa de mover esse seguimento, o software entende que você deseja medir ou construir um ângulo e não mover o seguimento.

45- $\alpha 1$ – ... entendi. pronto! Agora estou conseguindo.

46- $\alpha 3$ – ... não estou conseguindo aumentar o zoom...

47- Prof. Form. – “Pessoal, prestem atenção! Para aqueles que não estão conseguindo aumentar o zoom, é preciso ativar a ferramenta de zoom, clicar com o botão principal do mouse na área branca, segurar e arrastar em posição horizontal.

48- $\alpha 5$ – ... agora eu consegui.

(Fragmento do minicurso ocorrido em 14 de maio de 2011)

Depois que os professores compreenderam como se utilizam as ferramentas, foram mostradas a eles situações em que poderiam abordar o software junto com os alunos em suas aulas.

Informamos aos professores que o software Régua e Compasso permite o Ensino de Geometria baseado em três formas de uso, a saber:

- a) *O professor utiliza o software com um projetor para mostrar aos alunos propriedades e elementos geométricos presentes nas figuras mostradas na tela;*
- b) *Pede para os alunos construírem figuras geométricas usando o software e, depois, pede-lhes que investiguem propriedades presentes nas figuras construídas;*
- c) *Elabora atividades ou extrai atividades já prontas e pede para os alunos investigarem propriedades e elementos presentes nelas.*

Seguindo com as atividades do minicurso, mostramos aos professores como usarem a abordagem relatada no item (a), em que foi possível perceber que, com figuras pré-construídas, eles podem ministrar suas aulas, mostrando aos alunos propriedades e elementos presentes nelas, para estimular-lhes o questionamento, pois o software, por ser típico da Geometria Dinâmica, permite verificar vários aspectos geométricos com uma mesma figura (ZULATTO, 2002).

Uma das vantagens dessa abordagem é que não se exige que os alunos estejam em frente a um computador, mas que o professor esteja utilizando um, pois seria algo como uma aula convencional, porém, com a interação, a sugestão e a participação ativa do aluno.

Quanto à exploração do software relatada no item (b), é os alunos precisam estar com um computador, pois eles precisam construir as figuras geométricas e só depois desse processo é que eles poderão explorar suas propriedades.

No sentido de que os professores ficassem a par da abordagem apontada pelo item (c), em que os alunos exploram as figuras pré-construídas (foco da pesquisa), mostramos-lhes um passo-a-passo sobre como construir essas figuras, apresentado nos apêndices da dissertação.

Para o processo de construção das figuras geométricas que, em seguida, tornam figuras pré-construídas como atividades para os alunos explorarem, como se observa na seção 6.6.1, é importante destacar que utilizamos o processo de exportação dos arquivos em HTML⁹, gerando applets¹⁰, o que facilitou a organização das atividades.

Um applet permite criar e explorar, de modo dinâmico, as propriedades presentes nas figuras geométricas. Para que o software Régua e Compasso funcione corretamente, é preciso o complemento Java, já descrito.

De acordo com Figueira (2005), os applets são programas geralmente executados em uma página HTML. O uso de applets pode facilitar as explicações e potencializar o Ensino de Geometria, pois hospeda as páginas HTML na internet, que podem ser acessadas pelos alunos em outros locais, como sua residência, por exemplo, desde que se tenha acesso à internet.

Santos, Alves e Moret (2006) enunciam que, usando applets, o aluno pode experimentar e investigar, e isso possibilita o estabelecimento de conjecturas sobre determinado conceito e até mesmo sua construção.

Ao gerar um applet por meio de softwares de Geometria Dinâmica, em nosso caso, o “Régua e Compasso”, é preciso recorrer ao conceito de subsunção (AUSUBEL, 2003), ou seja, refletir sobre quais conceitos geométricos o aluno já conhece e como aperfeiçoar a sequência didática dos conteúdos visando a um Ensino de Geometria com mais qualidade.

Os applets podem fazer com que os alunos se tornem *bricoladores* (PAPERT, 1994), pois, ao tentar investigar ou validar propriedades geométricas, eles usam, além dos conhecimentos aprendidos na escola, sua imaginação, sua criatividade, e esse é o diferencial do ensino em que se usa esse recurso. Faz-se necessário destacar que além dos alunos, o professor, ao utilizar o software também constrói conhecimentos, o que contribui para sua prática docente (SANTOS, ALVES e MORET, 2006).

⁹ HTML (acrônimo para a expressão inglesa *HyperText Markup Language*, que significa *Linguagem de Marcação de Hipertexto*). É uma linguagem de marcação utilizada para produzir páginas na Web. Documentos HTML podem ser interpretados por navegadores. A tecnologia é fruto do "casamento" dos padrões HyTime e SGML. Fonte: < <http://pt.wikipedia.org/wiki/HTML> > acesso em 19 de maio de 2011.

¹⁰ No contexto de Java, applets são aplicativos que se servem da JVM (Java Virtual Machine) existente na máquina cliente. São, geralmente, usados para adicionar interatividade a aplicações web que não podem ser geradas pelo HTML. Fonte: < <http://pt.wikipedia.org/wiki/Applet> > acesso em 21 de maio de 2001.

6.5.1 Discussões sobre as figuras pré-construídas

Durante o minicurso, uma das atividades propostas aos professores foi a construção de um pseudoquadrado¹¹. Eles geraram o applet a partir de um arquivo HTML. Com essa atividade, nosso objetivo foi fazer com que eles percebessem as contribuições que as figuras pré-construídas podem trazer para o Ensino de Geometria.

Com as figuras pré-construídas, o recurso mais importante é o “arrastar”, como sugere Henriques (1999), pois permite ao aluno conjecturar, levantar hipóteses e instiga sua imaginação. Além desse recurso, o aluno conta com outras ferramentas que possibilitam a investigação de propriedades presentes em tal figura.

A seguir, destacamos uma entre outras atividades elaboradas pelos professores envolvidos no minicurso, nesse caso, construído pela professora $\alpha 4$, que usou o software Régua e Compasso durante o minicurso.

Atividade 1: Verifique se o quadrilátero abaixo é ou não considerado um quadrado e justifique sua resposta

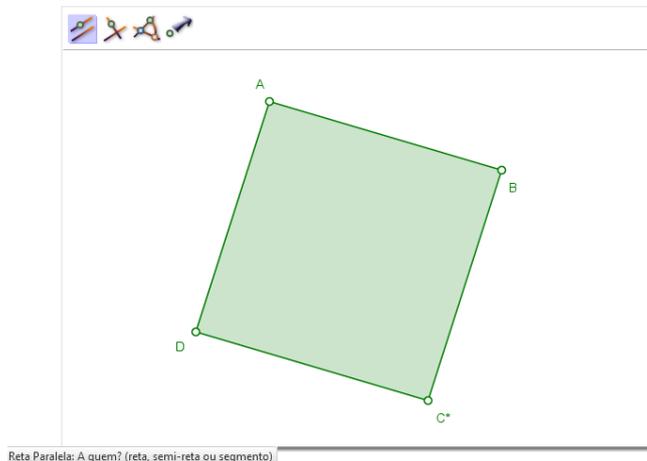


Figura 13 – Applet gerado pelo participante $\alpha 4$

¹¹ O pseudoquadrado a que nos referimos na atividade 1 é, na verdade, um quadrilátero que, aparentemente, representa um quadrado em que o aluno é desafiado a verificar suas propriedades e/ou validá-las ou não.

Destacamos que todos os professores envolvidos construíram as mesmas figuras, pois realizaram as mesmas atividades. Depois de, construir o applet, durante a atividade 1, sob nossa orientação, eles realizaram uma simulação tentando resolver essa atividade, como se fossem alunos.

É importante destacar que tiveram a oportunidade de utilizar várias ferramentas, tais como: *retas paralelas*, *perpendiculares*, *ângulo* e *mover ponto* para verificar se, de fato, o quadrilátero é ou não considerado um quadrado.

As figuras 14(a) e 14(b) ilustram diferentes processos de verificação de propriedades presentes nos quadriláteros. Em nosso caso, todos os professores procuraram investigar tal propriedade e as das simulações realizadas por meio da atividade 1. Destacamos duas dessas atividades realizadas por dois professores.

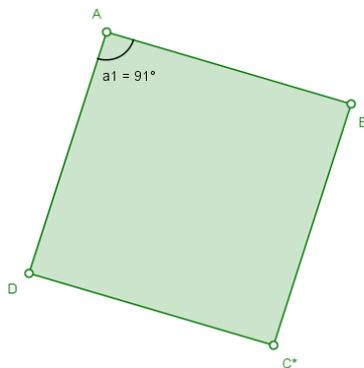


Figura 14(a) – Verificação de propriedade geométrica em quadrilátero utilizando a ferramenta *ângulo* por α_4

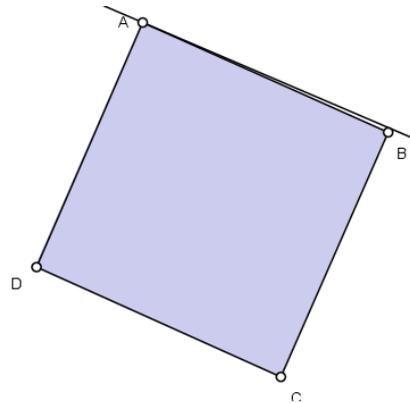


Figura 14(b): Verificação de propriedade geométrica em quadrilátero utilizando a ferramenta *reta perpendicular* por α_3

O processo de verificação realizado por α_4 , conforme representado pela figura 14(a), mostra que ele tentou verificar se todos os ângulos do quadrilátero medem 90° e como se observou que essa hipótese não se confirmou, ou seja, um dos ângulos mediu 91° . Ficou evidente que não se trata de um quadrado, já que uma das propriedades dessa figura seria que todos os ângulos fossem retos.

Em relação ao processo realizado por α_3 , como podemos observar na figura 14(b), permite afirmar que ele tentou verificar se o quadrilátero seria quadrado a partir da propriedade de perpendicularismo, observando se o segmento AD seria perpendicular ao segmento AB. Como essa hipótese não se constatou, ficou claro que a figura 14(b) não representa um quadrado.

Analisando os dois diferentes modos adotados pelos dois professores para verificar propriedades presentes nas figuras, conforme a Teoria Construcionista defendida por Papert (1994), podemos afirmar que a escola não pode traçar finalidades por si só. Isso significa dizer que os envolvidos no processo de ensino-aprendizagem precisa dos temas em questão.

Assim, nem sempre, os padrões de cada conteúdo acabam seguidos conforme o professor traçou, pois, como Ausubel (2003) descreve, para o aluno, não há qualquer significado quando apenas o professor traça os caminhos a serem trilhados na busca para a solução de um problema ou a resolução de uma atividade.

Seguindo esse raciocínio, os diferentes caminhos seguidos para se constatarem as mesmas conclusões vistas nas figuras 14(a) e 14(b) condizem com a Teoria Construcionista, ao afirmar que, muitas vezes, a educação tradicional codifica o que o ser precisa saber. Papert (1994, p. 135) assevera que “o Construcionismo é construído sobre a visão de que as crianças (alunos) farão melhor construindo por si mesmas o conhecimento específico de que precisam”.

Contudo, ao invés de ser submetido a um processo formal, é importante que o aluno tenha a liberdade de conjecturar, na tentativa de buscar a solução para um problema usando sua criatividade, ou seja, da forma que ele julgar ser mais adequada. Ausubel (2003) aponta que os alunos são mais atraídos para realizar uma atividade quando

- (1) o conteúdo da matéria envolvida valha a pena, leve a conhecimentos significativos e esteja em consonância com os frutos do saber contemporâneo; (2) os próprios padrões sejam ajustados de modo diferencial, de forma a exigir a cada criança aquilo que essa consegue realmente fazer, da melhor forma possível. (p. 33)

Então, a escola precisa repensar seus objetivos, de forma que correspondam aos objetivos de estudo dos alunos, porque, conforme se observou, cada aluno¹² tem um nível de dificuldade diferente de outro, portanto, não basta o professor tentar convencê-lo a seguir um caminho ou outro para chegar à solução de um problema.

Mas, do ponto de vista da organização pedagógica, os professores teriam menos trabalho se todos os alunos seguissem os mesmos caminhos para chegar às mesmas conclusões a respeito de um tema ou questão. Porém isso não ocorre,

¹² Aqui referimos o termo “aluno”, mas lembramos que, na atividade citada, retratamos uma simulação realizada pelos professores como se fossem alunos.

posto que cada indivíduo desenvolve o próprio mecanismo de aprendizagem (PAPERT, 1994).

Assim, com a concepção tradicional de que os alunos devem absolver conhecimentos e apenas aplicá-los, os padrões escolares parecem ter um impacto relativamente pequeno na aprendizagem real dos alunos, o que faz com que a aprendizagem, vista nessa concepção, não seja significativa. Portanto, como afirma Ausubel (2003, p. 33), “os métodos de ensino devem favorecer a aquisição final de conjuntos de conhecimentos estáveis e utilizáveis e o desenvolvimento da capacidade de raciocinar de modo sistemático”, pois cada aluno tem uma estrutura cognitiva diferenciada, mesmo que as instruções dadas por tais métodos de ensino sejam as mesmas para todos os alunos.

Em relação ao Modelo de Van Hiele, podemos perceber que o professor deve identificar o nível de maturação geométrica em que os alunos estão situados. Assim, as atividades pré-construídas representam mecanismos para que ele possa elaborar uma atividade com a finalidade de fazer com que o aluno seja capaz de passar de um nível de maturação para outro.

7 CONCLUSÃO

Atualmente, inovar a prática pedagógica é um desafio para os professores, mas a inovação não pode ser encarada como um processo de substituição. Em relação ao Ensino de Matemática, isso não ocorre de modo diferente; de um lado, existe a prática tradicional, do outro, não é preciso fazer uma mudança radical nessa prática, mas inserir mecanismos que auxiliem o trabalho docente.

Observamos, na pesquisa, que os mecanismos a que nos referimos se resumem ao uso de tecnologias digitais, ou seja, o uso do computador no ensino. Em relação ao ensino de Geometria, esses mecanismos são os softwares de Geometria Dinâmica. No nosso caso, utilizamos o software Régua e Compasso.

Em relação ao uso do computador no ensino, há diversas discussões, entre elas, destacamos Valente (1999), Papert (1994) e Tajra (2001). Essas discussões dão início a uma série de questões a serem levantadas pela escola, como a viabilidade do uso de tais ferramentas, sua disponibilidade no ambiente escolar, entre outras.

O fato é que, para muitos professores, o difícil é dar os primeiros passos, pois, como apontaram os estudos de Valente (1999), Lèvy (1993) e Papert (1994), os atuais professores nasceram em uma época em que a informática engatinhava ou era pouco presente na sociedade.

Assim, não é fácil modificar uma cultura, porquanto isso demanda tempo e mudança de comportamento. Mas, no caso dos alunos atuais, o uso da informática não pode ser encarado como uma mudança de paradigma, pelo contrário, o ensino por meio do computador se comporta como uma reta paralela, pois os recursos tecnológicos são presentes em seu cotidiano. Mesmo com toda essa inovação, a pesquisa mostrou que poucos alunos fazem uso do computador para realizar atividades escolares.

Em nosso problema de pesquisa, que se resume na dificuldade de identificar propriedades geométricas em figuras estáticas presentes nos livros didáticos, a ferramenta - em nosso caso, o computador - por meio do software Régua e Compasso, proporciona uma alternativa para sanar esse problema, mas isso não significa que os livros didáticos serão substituídos. Pelo contrário, o software é um

aliado capaz de complementar tal material e dar mais significado ao ensino. Assim, a modificação de uma cultura decorre de uma necessidade natural (Levy, 1993) em que os processos se complementam.

Até mesmo o software que utilizamos nesta pesquisa sofreu modificações, pois, mesmo que tenha sido um programa elaborado para a construção de figuras geométricas, o foco de seu uso na pesquisa se resumiu na exploração de figuras pré-construídas por proporcionar aos alunos o desenvolvimento das capacidades de conjecturar, de investigar, de buscar a validação de hipóteses. Isso quer dizer que, com sua interface, eles dispõem de um leque de possibilidades de construir conceitos geométricos.

Então, para que o ensino proporcione uma aprendizagem significativa usando-se o software, é preciso que englobe parte da vivência dos alunos, ou seja, que caminhe em linhas paralelas, com suas concepções em relação ao modo como aprendem e o que julgam ser significativo no processo de aprendizagem (AUSUBEL, 2003).

Nessa concepção, vimos que a aprendizagem ocorre de forma mais natural quando o ensino proporciona meios em que o aluno pode aprender fazendo e até os professores aprendem algo de forma similar a tais alunos.

Como afirma Papert (1994, p. 153), “todo professor sabe que um bom modo de aprender um assunto é dar um curso sobre ele, de modo similar, as crianças (alunos) podem ter o mesmo benefício fazendo”.

Então, se o aluno tenta verificar se um polígono é regular, ele deve utilizar o mecanismo de validação de conceitos e propriedades. Na pesquisa, isso foi possível graças à manipulação da figura por meio dos recursos oferecidos pelo software Régua e Compasso.

Constatamos, ainda, que a escola precisa de um novo olhar para o Ensino de Geometria e tentar aproximá-lo dos avanços ocasionados pelas tecnologias se valendo de recursos tecnológicos como métodos didáticos de ensino (PAPERT, 1994).

Para os professores de Matemática, ao abordar conteúdos envolvendo polígonos, por exemplo, sugerimos que sejam oferecidas oportunidades para que os alunos possam manipular tal figura, explorar e verificar suas propriedades, ao invés de apenas levantar conclusões por meio da observação “estática” de seus elementos constituintes.

Durante a pesquisa, percebemos a contribuição que o software “Régua e Compasso” trouxe para o ensino da Geometria, a fim de que o aluno possa ter uma aprendizagem significativa, pois o ensino usando-se esse software convida os alunos a fazerem pontes entre seus conhecimentos prévios e os novos conhecimentos (AUSUBEL, 2003).

Quanto aos novos conhecimentos, podemos afirmar que são adquiridos com a investigação de conjeturas, explorando-se elementos geométricos que contribuem com a formulação de conceitos.

Um ponto importante observado com a abordagem do software é a questão do papel da manipulação. A manipulação ou exploração das figuras geométricas com a tela do computador contribui para a assimilação dos conceitos por meio das observações das propriedades presentes em tais figuras.

Com essa percepção do aluno e em relação ao Modelo de Van Hiele, observamos que há um avanço da maturação geométrica de tal modo que o aluno possa passar de um nível para outro.

Vale ressaltar que o software, apesar de contribuir com o ensino de Geometria por meio da Geometria Dinâmica e enriquecê-lo, também tem algumas limitações como, por exemplo, a representação de uma raiz quadrada ou potência que não se encontram disponíveis em sua interface. Mas esse é um problema apresentado pela maioria dos softwares dinâmicos. Apesar disso, nas atividades descritas na pesquisa, não vivenciamos esse problema.

Pelo que observamos, ficou evidente que os professores precisam de uma formação continuada baseada no uso de novas tecnologias, pois notamos que todos os envolvidos na pesquisa têm interesse em utilizar essas ferramentas. Nesse contexto, temos observado que algumas universidades responsáveis pela formação acadêmica dos professores de Matemática têm um currículo que engloba o uso das Tecnologias Digitais no ensino.

No entanto, há um grande número de universidades e faculdades que necessitam rever a questão curricular e inserir mais disciplinas voltadas para o uso do computador no Ensino de Matemática, pois a pesquisa demonstrou que esse recurso trás avanços significativos para o ensino.

De um modo analítico, julgamos que, devido à pouca abordagem nas escolas do Brasil, a Geometria Dinâmica precisa de mais foco como parte integrante do

currículo de Matemática nas escolas, por oferecer ao aluno oportunidades de aprender pela exploração, ao invés de aprender apenas pela observação.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D .P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Trad. Lígia Teopisto 1.ª Edição PT-467-Janeiro de 2003, ISBN 972 - 707 - 364 - 6.
- AUSUBEL, D.P. *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York, Holt, Rinehart and Winston, 1968.
- AUSUBEL, D. P. *In defense of advance organizers: a reply to the critics*. Review of Educational Research, 48, 251-257, 1978.
- BARBOSA, E. F. *Instrumentos de coleta de dados em pesquisas educacionais*. Educativa, out. 1998.
- BATISTA, S. C; et al. *Avaliar é preciso: o caso de softwares educacionais para matemática no ensino médio*, 2004. Anais do I Workshop de Computação da Região Sul, 2004 Florianópolis – SC. Disponível em: <<http://inf.unisul.br/~ines/workcomp/cd/pdfs/2378.pdf> > Acesso em 14 de maio de 2010.
- BALACHEFF, N. BELLEMAIN. F. G. *Conhecimento - a pedra angular do design de Tel. Tópicos Educacionais*. v. 17, p. 31-59, 2007.
- BOGDAN, R. e BILKEN, S. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto – Portugal: Porto Editora, 1994.
- BORGES NETO, H. *Uma classificação sobre a utilização do computador pela escola*. Revista Educação em Debate, ano 21, v. 1, n. 27, p. 135-138, Fortaleza, 1999.
- BORGES NETO, H.; SANTANA, J. R. *Resolução de problemas mediados por instrumentos no ensino de geometria com uso do computador*, 2000. Disponível em: www.multimeios.ufc.br/arquivos/pc/congressos/congressos-resolucao-de-problemas-medidaspor-instrumento. Acesso em 13 de abril de 2009.
- BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ministério da Educação. Ensino Fundamental: Matemática*. 2ª Edição. Brasília, 1998.
- CARRAHER, D. *A aprendizagem de conceitos matemáticos com o auxílio do computador*. In: ALENCAR, S. (org) *Novas contribuições da Psicologia aos processos de ensino-aprendizagem*. São Paulo: Cortes, 1992.

CARRAHER, T.; SCHLIEMANN, A; CARRAHER, D. *Na vida dez, na escola zero*. 14ª Ed. São Paulo: Cortez, 2006.

CARVALHO, Maria José. *O que é o C.a.R.?* Universidade Católica Portuguesa. Portugal. Disponível em <<http://carmate.weebly.com/o-que-e-o-car.html>> acesso em 23 de outubro de 2008.

COLL, C. et al. *Psicologia do Ensino*. Novo Amburgo: Artmed, 2008.

COWPER, W. Exploring drag-mode geometry. In: *Discovering Geometry with a computer – Using Cabri Géomètre*. Heinz Schumann and David Green. Ed. Chartwell-Bratt, 1994.

DE CORTE, E. *Aprender na escola com as novas tecnologias de informação*. Educação e computadores, pp.89-159. Lisboa: ME – GEP, 1992.

FIGUEIRA, Jalves S. Easy Java simulations – *Modelagem computacional para o ensino de Física*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 27, n. 4, p. 613-618, 2005.

FIORENTINI, D; e LORENZATO, S. *Investigação em Educação Matemática: percursos teóricos e metodológicos*. Coleção: Formação de Professores. Campinas – SP: Autores Associados, 2006.

FISCHBEIN, E. *The Theory of Figural Concepts*. Education Studies in Mathematics, 1993.

GARCIA, L.; MISKULIN, R. *A visualização e a representação geométrica de conceitos matemáticos e suas influências na constituição do conceito matemático*. IGCE/UNESP – Rio Claro - 2006

GOLDENBERG, E. P.; CUOCO, A. A. What is dynamic geometry? In: LEHER, R.; CHAZAN, D. *Designing learning environments for developing understanding of geometry and space*. London: Lawrence Erlbaum Associates, 1998

GONÇALVES, A. O. *O software Régua e Compasso numa perspectiva construcionista: possibilidades e desafios*, 2009. Anais do IX Congresso Nacional de Educação - EDUCERE. Disponível em: <http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/3048_1062.pdf>

GRAVINA, M. A. *Geometria dinâmica: uma nova abordagem para o aprendizado de geometria*. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 7., 1996. Belo Horizonte, Anais... Belo Horizonte, 1996.

HANNA, G. *Proof, Explanation and exploration: an overview*. Education Studies in Mathematics, v. 44, 2000.

HENRIQUES, A. *Ensino e aprendizagem da geometria métrica*. (Dissertação: Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista – Rio Claro, 1999.

LESH, R. *Computer-based assessment of higher order understandings and processes in elementary mathematics*. In G. Kulm (Ed.), *Assessment of higher order thinking in mathematics*, pp. 81-110. Washington, DC: AAAS, 1990.

LÈVY, P. *As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. Rio de Janeiro: Editora 34. 1993.

LIMA, J. O. *Aprendizagem de Matemática no Ensino Médio suportado por ambientes computacionais*, 2006. Disponível em: < <http://www.inf.pucrs.br/~gigaffa/jo/jo/RTI-Joelene.pdf> > acesso em 15 de junho de 2010.

LINDQUIST, M. M.; SHULT, A. P. (Org.). *Aprendendo e ensinando geometria*. 1. ed. São Paulo: Atual, 1994.

LORENZATO, S. *Por que não ensinar Geometria?* In: A Educação Matemática em Revista, n.4., setembro, 1995.

MARTINS, L. V.; FIOREZE, L. A. *O uso do software Régua e Compasso na construção de mosaicos*, 2008. Disponível em: <<http://sites.unifra.br/Portals/36/tecnologicas/2008/software.pdf> > Acesso em 12 de abril de 2010.

MOITA, F. Games: contexto cultural e curricular de “saberes de experiências feitas”. In: SILVA, E; MOITA, F e SOUZA, P. *Jogos eletrônicos: construindo novas trilhas*. EDUEP: Campina Grande, 2007.

MUCHIELLI, Alex (org). *Dictionare des methods qualitatives en sciences humaines*. Paris: Armand Colins, 1996.

OLIVERO, F. ARZARELLO, F. MICHELETTI, C; ROBUTTI, O. *Dragging in Cabri and modalities of transition from conjectures to proofs in geometry*. PME. Stellenboch. South Africa, 1998.

PAPERT, S. *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PEREZ, G. *Pressupostos e reflexões teóricas e metodológicas da pesquisa participante no ensino de geometria para as camadas populares*. Tese de Doutorado – Faculdade de Educação – UNICAMP, 1991.

PIRES, C. M. C., CURI, E., CAMPOS, T. M. M. *Espaço e forma: a construção de noções geométricas pelas crianças das quatro séries iniciais do ensino fundamental*. São Paulo, PROEM. 2000.

RÊGO, R. G.; et al. *Padrões de simetria: do cotidiano à sala de aula*, João Pessoa: Universitária/UFPB, 2006. 172p.

RODRIGUES, M. M. T.. *A aprendizagem da matemática enquanto processo de construção de significado mediada pela utilização do computador* (Tese de Mestrado). Lisboa: APM, 1997.

SANTOS, E.; RODRIGUES, M.. *O computador na sala de aula*. In APM, Atas do ProfMat, 1998, pp. 157-166. Lisboa: APM, 1998.

SANTOS, A. C; NASCIMENTO, L. S; GOMES, C. R. *O software Régua e Compasso como metodologia de ensino de construções geométricas para alunos de Licenciatura Plena em Matemática*, 2009. Anais do XXXII Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional, ISSN 1984 – 8218. Disponível em: < <http://www.sbmac.org.br/eventos/cnmac/xxxii-cnmac/pdf/463.pdf> > acesso em: 20 de junho de 2010.

SANTOS, G. H.; ALVES, L. ; MORET, M. A. Modellus: animações interativas mediando a aprendizagem significativa dos conceitos de Física no ensino médio. *Revista Científica da Escola de Administração do Exército*, v. 2, p. 88-108, 2006.

SERRAZINA, M. L. *Ensinar / aprender matemática*. In APM, Atas do Prof Mat 1995, pp. 33-41. Lisboa: APM, 1995.

SCHEFER, N. F; BRESSAN, J. Z.; ROVANI, S. *Possibilidades didáticas de investigação do software gratuito Régua e Compasso na exploração do triângulo equilátero*, 2009. Revista Vivências, vol. 5, nº 8, 2009. Disponível em: < http://vivencias.reitoria.br/index.php/rev_vivencias/article/view/49/56 > acesso em 04 de março de 2010.

TAJRA, S. F. *Informática na educação: novas ferramentas pedagógicas para o professor da atualidade*. 3. Ed. Atual: São Paulo, 2001.

VALENTE, J. A. *Computadores e conhecimento: repensando a educação*. Campinas: UNICAMP. 1993.

VALENTE, J. *Informática na educação no Brasil: análise e contextualização histórica*. In: VALENTE, José Armando (org.). O computador na sociedade do conhecimento. Campinas: UNICAMP / NIED, 1999, p. 01-27.

VALENTE J. A. (org). *Liberando a mente: computadores na Educação Especial*. Gráfica da UNICAMP, Campinas, São Paulo, 1998.

VAN HIELE, D.; VAN HIELE, W. *The Didactic of Geometry in the Lowest Class of Secondary School*. Tese de Doutorado traduzida para inglês. National Science Foudation, Washington, 1984.

VAUGHN, S.; SCHUMM, J. S.; SINAGUB, J. M. *Focus groups interviews in education and psychology*. 1. ed. Londres: Sage, 1996.

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 – ATIVIDADES DO MINICURSO REALIZADAS COM OS PROFESSORES

Atividade 1 – Construindo o pseudoquadrado¹³ a partir do Software Régua e Compasso pelos professores

Antes de elaborar as atividades, crie uma pasta com o nome “regua-e-compasso” em qualquer local do seu computador.

Para realizar essa atividade, os professores seguiram as orientações a seguir:

- Traçar um seguimento AD vertical;
- Traçar uma circunferência com centro em A e corda em D;
- Traçar uma reta “r” perpendicular a AD sobre o ponto A;
- Traçar uma reta “s” paralela a AD com ponto de intersecção sobre a circunferência e perpendicular à reta “r”, formando um ponto X;
- Traçar uma reta “t” perpendicular ao seguimento AD, com ponto de intersecção em D e formando um ponto de intersecção Y sobre a reta “s”;
- Ocultar a circunferência e aumentar o zoom o mais possível, mas de modo que os seguimentos AD e XY fiquem totalmente visíveis;
- Usar a ferramenta “*ângulo de amplitude fixa*” e traçar um ângulo com medida menor possível (1° por exemplo) XAB, onde B ainda não existe, mas ficará na parte inferior bem próximo ao ponto X. Marcar o ponto B (intersecção sobre a reta “s”), construir um seguimento AB e ocultar a reta “r” e o ponto X.

¹³ Utilizamos o termo pseudoquadrado por se tratar de uma figura que, aparentemente, pode ser confundida com o quadrado.

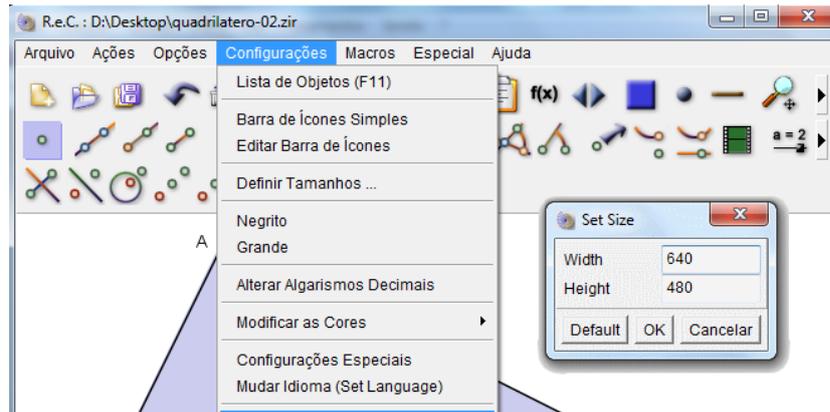


Figura 15 – Tela da construção do pseudoquadrado

- Aumentar o zoom ao máximo, mas de forma que fique visível o seguimento DY. Usar a ferramenta “ângulo de amplitude fixa” e construir um ângulo com menor tamanho (1° por exemplo) YDC, onde C ainda não existe, mas ficará na parte inferior bem próximo ao ponto Y. Marcar o ponto C (intersecção sobre a reta “s”), construir um seguimento CD e ocultar a reta “t” e o ponto Y.
- Construir o segmento BC e ocultar todas as retas deixando apenas os quatro seguimentos: AB, BC, CD e AD.
- Usar a ferramenta “cor do objeto” para colorir o quadrilátero e a ferramenta “polígono” para construir o polígono, ligando os quatro pontos (A, B, C e D). Incliná-lo de forma que não fique numa posição convencional.
- Salvar o arquivo na pasta “regua-e-compasso” já criada.
- Acessar o menu Configurações > size of construction window . Em “width”, inserir o valor 640, e em “height”, inserir o valor 480 e clicar em “OK”. Aumentar ou diminuir o zoom de forma que o polígono fique bem visível.

Exportando para HTML

Acessar o menu Especial > Exportar para HTML . Em “*Título da Página*”, alterar para a questão que se deseja elaborar, em nosso caso: “*Atividade 1: Verifique se o quadrilátero abaixo é ou não considerado um quadrado e justifique sua resposta*”.

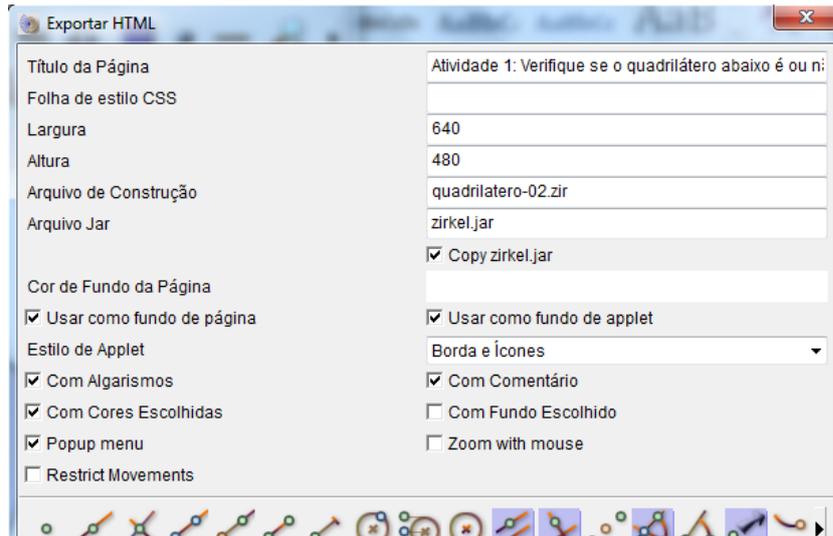


Figura 16 – Exportando para HTML para criar o applet pseudoquadrado.

- Em “*Folha de estilo CSS*”, deixar em branco. Em “*largura*”, deixar em 640, e em “*altura*”, deixar em 480. Marcar a opção “*Copy zirkel.jar*”. Em “*Estilo de Applet*”, alterar para “*Borda e Ícone*”;
- Deixar marcados apenas os ícones: *retas perpendiculares*, *retas paralelas*, *ângulo* e *mover ponto*.

Clicar em Ok e depois em Guardar. Guardar a construção no mesmo diretório do arquivo que salvamos anteriormente (regua-e-compasso).

Atividade 2 – Explorando a propriedade dos quadriláteros

- Trace um quadrilátero qualquer, exibindo o nome de cada ponto, de modo a se tornar um quadrilátero ABCD, e salve o arquivo e na pasta “regua-e-compasso” já criada.

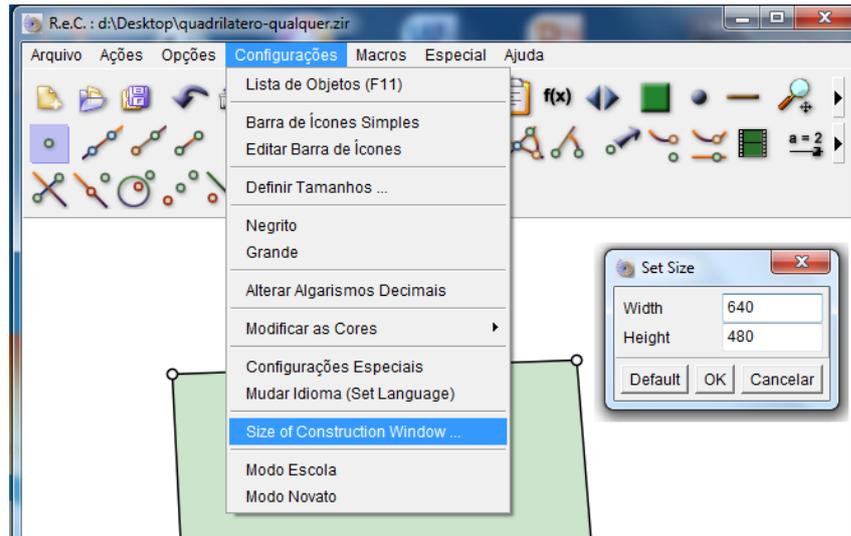


Figura 17 – Construção do quadrilátero qualquer

- Acesse o menu Configurações > size of construction window . Em “width”, insira o valor 640, e em “height”, insira 480 e clique em “OK”. Aumente ou diminua o zoom de forma que o polígono fique bem visível.

Exportando para HTML

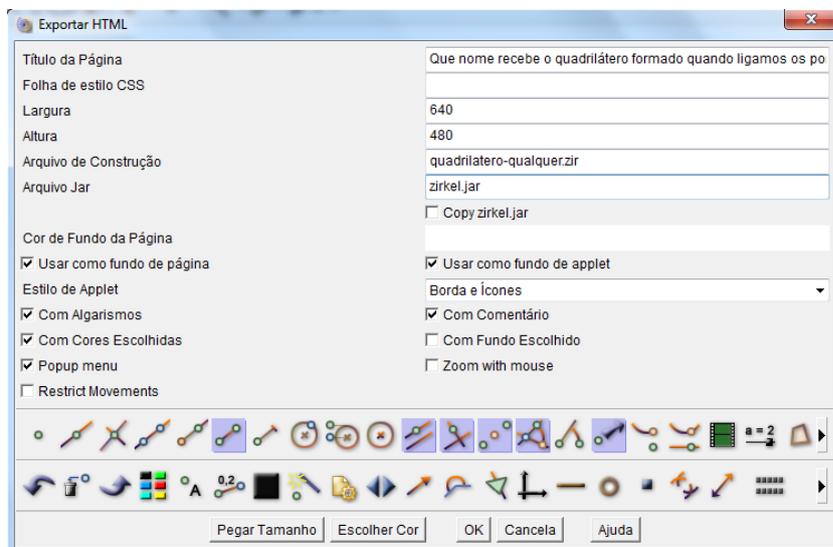


Figura 18 – Exportando para HTML para criar o quadrilátero qualquer

- Acesse o menu Especial > Exportar para HTML . Em “*Título da Página*”, altere para a questão que se deseja elaborar, em nosso caso: “Que nome recebe o quadrilátero formado quando ligamos os pontos médios adjacentes do quadrilátero ABCD? Justifique sua resposta”;
- Em “*Folha de estilo CSS*”, *deixe em branco*. Em “*largura*”, deixe em 640, e em “*altura*”, deixe em 480. Em “*Arquivo de Construção*”, deixe o mesmo nome. Marque a opção “*Copy zirkel.jar*”. Em “*Estilo de Applet*”, altere para “*Borda e Ícone*”;
- Deixe marcados apenas os ícones: *segmento de reta, retas perpendiculares, retas paralelas, ponto médio, ângulo e mover ponto*.

Clique em Ok e depois em Guardar. Guarde a construção no mesmo diretório do arquivo que salvamos anteriormente.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO RESPONDIDO PELOS ALUNOS SOBRE AS SUAS CONCEPÇÕES EM RELAÇÃO AO USO DO COMPUTADOR

QUESTIONÁRIO

Responda às perguntas abaixo. Não precisa se identificar.

1) Qual a sua idade? _____ anos

2) Com que frequência você mais utiliza o computador?

- Todos os dias De dois a três dias por semana Nunca utilizei
 Uma vez por semana De quatro a seis dias por semana

3) Em quais locais você mais utiliza o computador?

- Em minha casa Na Escola Outro local
 Em outra residência Na LAN House

4) Em sua residência, existe computador?

Sim () Não ()

5) Excluindo a disciplina Informática Educativa, você já utilizou o computador para responder as atividades de outras disciplinas no laboratório de informática da escola?

Sim () Não ()

APÊNDICE C – ATIVIDADES REALIZADAS PELOS ALUNOS ATRAVÉS DO USO DO SOFTWARE RÉGUA E COMPASSO

PERGUNTA UTILIZADA NA ATIVIDADE COM QUADRILÁTEROS

1) Dê a medida dos lados e ângulos dos quadriláteros e identifique-os de acordo com as propriedades apresentadas. (Exemplo: quadrado, retângulo, etc. Sugestão: Após dar suas medidas, use o recurso arrastar)

PERGUNTAS UTILIZADAS NA ATIVIDADE COM HEXÁGONO

- 1) O que acontece com os valores dos ângulos do hexágono quando ampliamos ou reduzimos essa figura?
- 2) Com a alteração no tamanho da figura, comparando o comprimento dos seus lados, o que se observa?
- 3) Esse hexágono pode ser considerado regular? Por quê?

PERGUNTAS UTILIZADAS NA ATIVIDADE COM TRIÂNGULO

- 1) O que acontece com os valores dos ângulos “a” e “b” quando movemos o ponto C para cima?
- 2) O que acontece com as medidas dos lados AC e BC quando aumentamos o comprimento do lado AB?
- 3) Que nome recebe esse triângulo quanto à medida de seus lados? Por quê?

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO RESPONDIDO PELOS ALUNOS APÓS O USO DO SOFTWARE RÉGUA E COMPASSO

QUESTIONÁRIO

1) Após usar o software Régua e Compasso, como você o considera?

- Fácil de usar Um pouco difícil de usar Difícil de usar

2) Como você considera a interface do software Régua e Compasso?

- Agradável Desagradável Pouco agradável

3) Em relação à exploração de figuras geométricas pré-construídas, o software favoreceu a possibilidade de interação entre você, seu(a) colega e o professor?

- Sim, entre todos: eu, meu(a) colega e o professor
 Sim, mas entre mim e meu(a) colega apenas
 Sim, mas entre mim e o professor apenas
 Não, não houve interação ao utilizar o software.

4) Como você avalia a maneira como os conteúdos de Geometria são abordados usando-se o software Régua e Compasso?

- Os conteúdos se tornaram mais fáceis de serem compreendidos;
 Apenas alguns conteúdos se tornaram mais fáceis de serem compreendidos;
 Não houve melhoria na compreensão dos conteúdos;
 Os conteúdos se tornaram mais difíceis de serem compreendidos.

APÊNDICE E – ROTEIRO DE ENTREVISTA REALIZADA COM PROFESSORES ANTES DO USO DO SOFTWARE RÉGUA E COMPASSO

ROTEIRO DE ENTREVISTA

1) Professor, gostaria que falasse sobre seu ponto de vista em relação a figuras estáticas presentes nos livros didáticos. Se essas figuras pudessem ser manipuladas, aumentaria a possibilidade de identificar propriedades geométricas em tais figuras?

2) Como você considera sua formação acadêmica em relação ao uso de novas tecnologias para o ensino de Matemática? Ou seja, você se considera um profissional preparado para essa inovação?

3) Qual sua opinião sobre o uso do computador como recurso didático no ensino de Matemática?

4) Fale um pouco sobre o uso de softwares de Geometria Dinâmica no Ensino de Matemática. O que você acha que eles podem trazer para o ensino?

APÊNDICE F – TUTORIAL PARA INSTALAÇÃO DO SOFTWARE RÉGUA E COMPASSO NO LINUX EDUCACIONAL 3.0

Para a instalação no Linux Educacional, foi preciso fazer o download, acessando o link <http://www.professores.uff.br/hjbortol/car/> conforme é mostrado na figura 19.

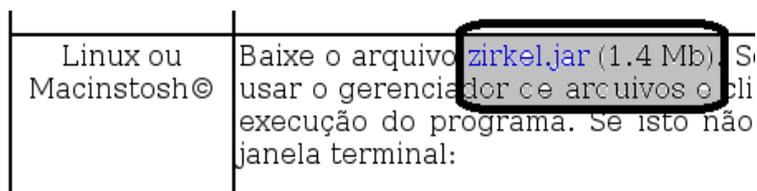


Figura 19 – Download do software Régua e Compasso para Linux

Em seguida, o arquivo foi salvo em uma pasta. Em nosso caso, usamos uma pasta de fácil localização, mas que não ficasse visível na área de trabalho ou desktop, pois isso não é seguro, uma vez que qualquer aluno poderia apagá-la e destruir a sua instalação.

O próximo passo foi clicar no link `zirkel.jar` (figura 19) para baixar o arquivo e escolher salvar arquivo. Criamos uma pasta para salvar esse arquivo em seu interior, de acordo com a ilustração mostrada na figura 20.

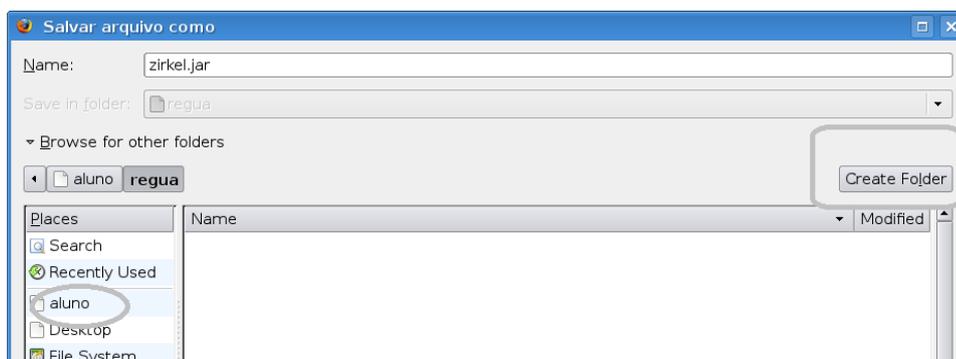


Figura 20 – Salvando o arquivo `zirkel.jar`

Nesse momento, acessamos a pasta “aluno”, clicamos em “criar pasta” e digitamos a palavra “regua”, sem acento, pois, do contrário, o programa não reconheceria o caminho. Deixamos o nome do arquivo como zirkel.jar, clicamos em “salvar” e esperamos o arquivo baixar. Então, obtivemos o arquivo zirkel.jar salvo na pasta /home/aluno/regua.

Para verificar se a instalação obteve sucesso, abrimos o terminal (Konsole), clicando em iniciar > sistema > terminal (konsole) e tivemos que entrar na pasta onde baixamos o programa digitando no console o comando `cd regua;` depois, digitamos o comando `/usr/bin/java -cp zirkel.jar Zirkel`. A figura 21 ilustra esse processo.

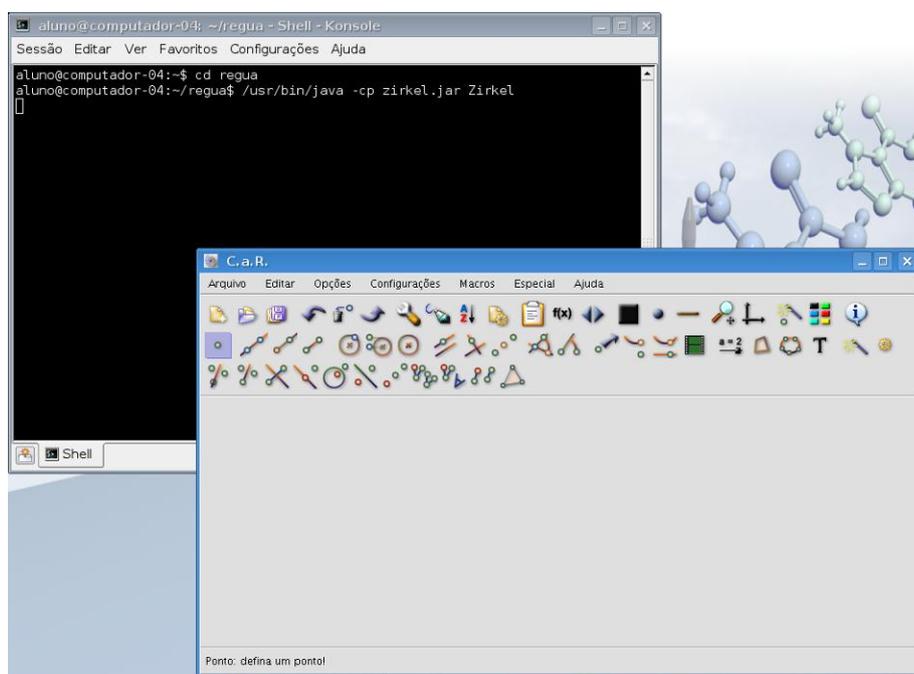


Figura 21 – Verificação da instalação do software Régua e Compasso

No nosso caso, o software foi executado corretamente, e tudo ocorreu bem. Para facilitar o acesso ao programa, criamos um atalho no desktop (área de trabalho), que fez com que o programa fosse executado de maneira mais simples, clicando com o botão direito do mouse em uma região livre do Desktop e escolhendo a opção “Criar novo > Link para aplicativo”, conforme as figuras 22 e 23 ilustram.

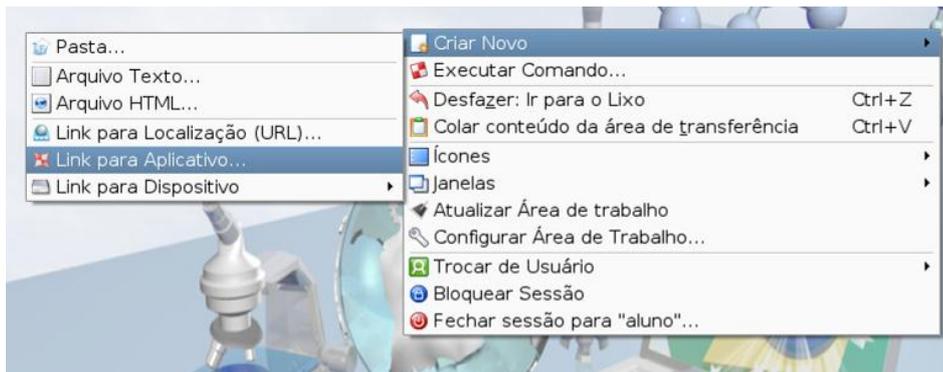


Figura 22 – Criando atalho do software na área de trabalho

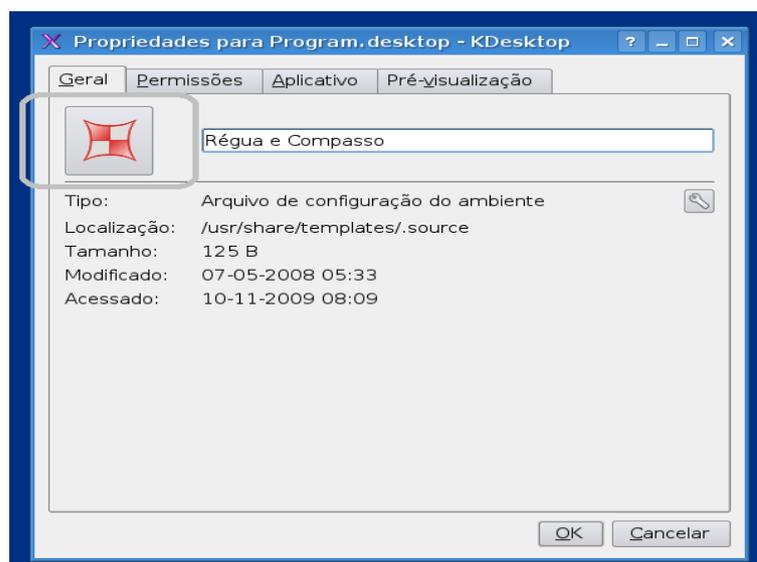


Figura 23 – Criando atalho para o software Régua e Compasso no Linux

Como quesito opcional, trocamos a aparência do ícone. Para isso, clicamos na bandeira quadriculada acima, que é, na verdade, o ícone padrão; escolhemos um ícone de nossa preferência e clicamos em OK. Na aba aplicativo, deixamos como mostra a figura 24.

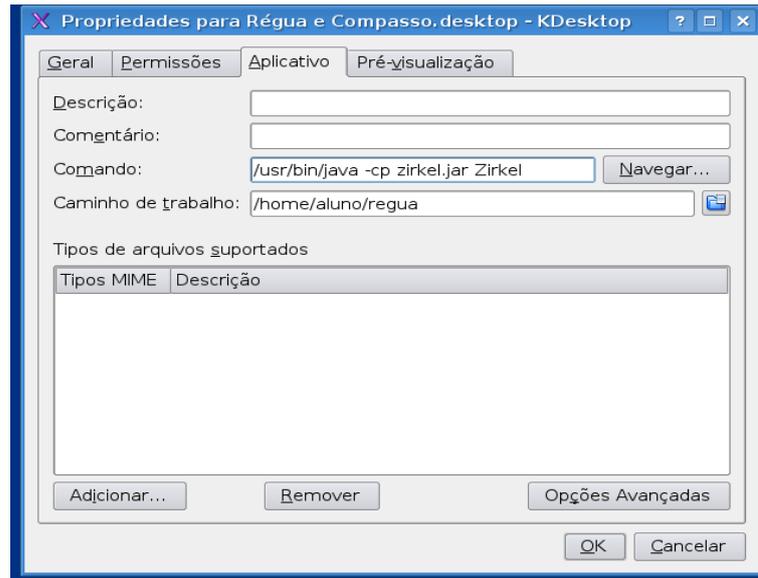


Figura 24 – Inserindo comandos para executar o software

Para facilitar, usamos “copiar” e “colar” para inserir `/usr/bin/java -cp zirkel.jar Zirkel` na opção “Comando” e `/home/aluno/régua` na opção “Caminho de trabalho”. Além disso, acrescentamos uma descrição, como é mostrado na figura 16, e para finalizar, clicamos em OK e testamos, o que comprovou que o ícone funciona corretamente.

Problemas na instalação do software Régua e Compasso no Linux: o que fazer?

Mesmo em que, em nosso caso, tenhamos obtido sucesso na instalação do software, é provável que, em algumas versões do Linux, possa ocorrer algum problema depois que você executar os comandos mostrados na figura 21. Sob instruções de técnicos em Informática, pode ser que a sua instalação JAVA esteja em outra pasta, e não, no diretório `/usr/bin/java`.

Para que descubra em que local está sua instalação JAVA, digite no terminal (konsole) o comando `which java`, e será exibido o local correto de sua instalação JAVA. Em seguida, copie o resultado e cole na opção “Comando”, alterando a linha

destacada em negrito `/usr/bin/java -cp zirkel.jar Zirkel`, como mostra a figura 16, para que o software seja executado de maneira correta.

Só depois que conseguirmos instalar o software no Linux foi que tivemos condições de iniciar o estudo de caso explorando-o no Laboratório de Informática.

ANEXOS

ANEXO 1 – CARTA DE ANUÊNCIA DA PESQUISA NA ESCOLA



Eu, Jozeildo José da Silva, mestrando do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática / Educação Matemática da Universidade Estadual da Paraíba, venho solicitar a colaboração para realizar uma pesquisa que tem como título: “O software Régua e Compasso como recurso metodológico para o ensino de Geometria Dinâmica”. Para isso, peço permissão para coletar os dados entre os alunos desta instituição. Esse projeto tem como objetivo investigar o uso do software Régua e Compasso como estratégia metodológica para o ensino de Geometria.

A pesquisa envolverá atividades em sala de informática, questionários e entrevistas individuais com questões de associação livre. As entrevistas com os alunos poderão ser gravadas em áudio.

Os referidos procedimentos apenas serão colocados em prática mediante a vontade e a autorização por escrito do gestor deste estabelecimento, responsável pelos alunos e pelos próprios alunos. As atividades ocorrerão no horário normal das aulas e podem ser realizadas também fora da sala de aula, mas nas dependências da escola. Os registros ficarão sob a guarda do pesquisador e serão sempre respeitados o caráter confidencial das informações registradas e o sigilo de informação dos participantes.

A participação na pesquisa não acarretará nenhum custo, nem recompensa financeira aos colaboradores. Assumimos o compromisso de preservar o nome da instituição em possíveis publicações ou apresentações de trabalho.

Colocamo-nos à disposição para quaisquer esclarecimentos.

Jozeildo José da Silva
jozeildo@bol.com.br

Eu, _____ responsável pela instituição de ensino, _____, na função de _____ autorizo a realização da pesquisa acima apresentada a ser realizada nesta instituição de ensino.

Campina Grande, ____ de _____ de 2010.

 Responsável pela instituição

 Jozeildo José da Silva – mestrando responsável

ANEXO 2 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA ALUNOS



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA ALUNOS RESPONSÁVEIS PELOS ALUNOS PARTICIPANTES DA PESQUISA

Pesquisa: O software Régua e Compasso como recurso metodológico para o ensino de Geometria Dinâmica

Responsável: Jozeildo José da Silva **Email:** jozeildo@bol.com.br

Instituição: Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática / Educação Matemática da Universidade Estadual da Paraíba

Apresentação

O objetivo desta pesquisa é utilizar o software Régua e Compasso, um programa de computador, como estratégia metodológica para o ensino de Geometria.. Para isso, realizaremos atividades com os alunos para que respondam a questionários de associação livre. Poderão ser realizadas gravações em áudio da discussão a respeito do tema. Durante a pesquisa, os alunos utilizarão como espaço educativo a sala de Informática, pois utilizaremos um programa de computador voltado para o ensino de Geometria.

Compromissos

O pesquisador se compromete em esclarecer dúvidas ou atender à solicitação dos participantes no que diz respeito aos procedimentos da pesquisa. Mesmo com autorização do responsável, a criança só participará das atividades da pesquisa se quiser e poderá desistir a qualquer momento. Jamais terão seus nomes revelados em possíveis publicações ou apresentações do trabalho. A participação na pesquisa não implicará nenhum custo financeiro nem recompensa para os participantes.

Consentimento

Eu, _____, responsável pelo (a) aluno (a) _____, estou ciente das informações da pesquisa e autorizo a sua participação da seguinte maneira:

- () atividades na sala de Informática () questionário
() entrevista com gravação de áudio

Assinatura: _____
Responsável pelo aluno

Testemunha 1: _____
Testemunha 2: _____

Campina Grande, _____ de _____ de 2010.

