UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
CAMPUS DE BAURU
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA

Celio Sormani Junior

Um estudo exploratório sobre o uso da informática na resolução de problemas trigonométricos

Bauru
2006

Celio Sormani Junior

Um estudo exploratório sobre o uso da informática na resolução de problemas trigonométricos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, da Área de Concentração em Ensino de Ciências da Faculdade de Ciências da UNESP/Campus de Bauru, como requisito à obtenção do título de Mestre em Educação, sob a orientação do Professor Dr. Nelson Antonio Pirola.

Bauru
2006

DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO
UNESP – BAURU

Sormani Junior, Celio.
Um estudo exploratório sobre o uso da informática na resolução de problemas trigonométricos / Celio Sormani Junior, 2006.
226 f.

Orientador : Nelson Antonio Pirola.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2006.

1. Resolução de problemas. 2. Formação de conceitos. 3. Cabri Géomètre. 4. Trigonometria. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. II - Título.

Ficha catalográfica elaborada por Maristela Brichi Cintra - CRB 5046

Celio Sormani Junior

Um estudo exploratório sobre o uso da informática na resolução de problemas trigonométricos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, da Faculdade de Ciências, da Universidade Estadual Paulista, Campus de Bauru, para a obtenção do título de Mestre em Educação .

Banca Examinadora:

Presidente: Dr. Nelson Antonio Pirola
Instituição: Universidade Estadual Paulista, Campus de Bauru

Titular: Dra. Maria Raquel Miotto Morelatti
Instituição: Universidade Estadual Paulista, Campus de Presidente Prudente

Titular: Dra. Valéria Scomparim de Lima
Instituição: Universidade Metodista de Piracicaba

Bauru
2006

Para Luciana, Mariana, Rafael e Letícia,
família que participou da elaboração desta
dissertação, sempre me apoiando e
compreendendo a privação da companhia e
a tensão decorrentes do cumprimento desta
importante etapa de minha vida.

AGRADECIMENTOS

- Sinceros agradecimentos ao meu orientador, Prof. Dr. Nelson Antonio Pirola, pelos esclarecimentos indispensáveis para a conclusão desta dissertação.

- Aos professores e colegas do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, da Faculdade de Ciências, da Universidade Estadual Paulista , Campus de Bauru, pela indicação de caminhos, que nortearam este trabalho.

- A todas as pessoas, inominadas para não permitir esquecimentos, que colaboraram para a elaboração deste trabalho.

RESUMO

Nesta dissertação, elaborada com abordagem qualitativa e delineamento exploratório, quatro sujeitos, alunos da segunda série do segundo grau de uma escola pública do interior do Estado de São Paulo, foram observados enquanto resolviam problemas de Trigonometria, usando o software Cabri Géomètre II, com o objetivo de se obter informações sobre como o uso de recursos tecnológicos poderia influenciar este processo e fornecer subsídios para a elaboração de estratégias educacionais que contemplassem o uso de tecnologia. A fundamentação teórica baseou-se na teoria da formação de conceitos de Klausmeier e Goodwin (1977), na teoria de Sternberg (2000) sobre a resolução de problemas e na teoria de Ausubel (1980) sobre a aprendizagem significativa. Os resultados obtidos indicaram que o uso do Cabri, dentro de estratégias educacionais elaboradas pelo professor, pode conduzir à aprendizagem significativa, em virtude de sua alta potencialidade significativa, principalmente pela utilização dos recursos de geometria dinâmica e dos recursos de registro. Além disso, seu uso parece favorecer o processo de resolução de problemas, possibilitando acompanhar as atividades cognitivas dos sujeitos durante este processo. Foi observado, também, que o número reduzido de equipamentos disponíveis, o seu estado de conservação, a quantidade de alunos em cada classe, as despesas necessárias para as constantes manutenções e a necessidade de ampla capacitação dos professores parecem conduzir para o abandono ou, no mínimo, para a utilização esporádica dos recursos tecnológicos, agindo como fatores que inibem o seu uso pelos professores.

Palavras Chave: Resolução de problemas; formação de conceitos; aprendizagem significativa; trigonometria; informática; Cabri Géomètre II.

ABSTRACT

On this work, prepared with qualifying approach and exploratory outline, four second-grade students from a Public High School in the interior of the state of São Paulo were observed while solving Trigonometry problems using Cabri Géomètre II software in order to obtain information about how the use of technological resources could influence this process as well as supply subsidies to the elaboration of educational strategies which contemplate the use of technology. The theoretical fundamentals were based in the Klausmeier e Goodwin's theory of notions (1977), the Sternberg's theory of solving problems (2000) and the Ausubel's theory of significative learning (1980). The results obtained indicate that the use of Cabri within the educational strategies prepared by the teacher can lead to significative learning due to its high meaningful potential, especially through the use of dynamic Geometry and register resources. Besides that, its use seems to benefit the process of solving problems, making it possible to follow the students' cognitive activities during this process. It was also noticed that the reduced number of available equipment, their use condition, the quality of the students in each classroom, the expenses necessary for the constant maintenance and the need of extensive capability of the teachers tend to lead to the abandon or, at least, to the rare use of technological resources, acting as factors which inhibit their use by the teachers.

Key Words: Solving problems; formation of notions; significative learning; Trigonometry; Computer; Cabri Géomètre II.

Lista de Figuras.

Figura 1: Esquema Conceitual da Dissertação. 21
Figura 2: Seqt de uma Pirâmide Regular (COSTA, 1997). 27
Figura 3: O Gnômon. Adaptado de Costa (1997). 29
Figura 4: O Jiva Hindu. Adaptado de Costa (1997). 31
Figura 5: O Raio 1 de Al Battani, Adaptado de Costa (1997). 32
Figura 6: Demonstração de Al Battani, Adaptado de Costa (1997). 32
Figura 7: A Contribuição de Euler, Adaptado de Costa (1997). 34
Figura 8: Competências Necessárias aos Alunos do Ensino Médio (BRASIL, 2002, p. 22). 40
Figura 9: Ciclo de Resolução de Problemas (STERNBERG, 2000, p. 307). 57
Figura 10: Etapa 1- Identificação do Problema. 58
Figura 11: Etapa 2 - Definição e Representação do Problema. 58
Figura 12: Etapa 3 - Formulação da Estratégia. 59
Figura 13: Etapa 4 - Organização da Informação. 59
Figura 14: Etapa 5 - Alocação de Recursos. 59
Figura 15: Etapa 6 - Monitorização. 60
Figura 16: Etapa 7 - Avaliação. 60
Figura 17- Espiral da Aprendizagem: Interação Aprendiz-Computador (VALENTE, 2002). . 69
Figura 18: Ícone de Abertura do Cabri. 105
Figura 19: Janela Principal do Cabri. 105
Figura 20: Barra de Ferramentas com as Caixas de Ferramentas do Cabri. 106
Figura 21: Ícones de Atributos do Cabri. 107
Figura 22: Ícones de Atributos do Cabri, Estendido. 108
Figura 23: O Software Solicita Informação sobre onde a Reta “s” será Perpendicular. 111
Figura 24: As Retas “r” e “s” São Perpendiculares. 111
Figura 25: As Retas “r” e “s” Continuam Perpendiculares. 112
Figura 26: Ciclo Trigonométrico com as Projeções de Seno, Cosseno e Tangente. 113
Figura 27: Ciclo Trigonométrico após o Deslocamento do Ponto P. 114
Figura 28 : Resumo do Procedimento Utilizado na Dissertação. 119
Figura 29: Respostas do Sujeito S3 – Aplicação da Propriedade Identificada 141
Figura 30: Resposta do Sujeito S5 para a Questão 1 143
Figura 31: Resposta do Sujeito S3 para a Questão 1 143
Figura 32: Resposta do Sujeito S2 para a Questão 2 144
Figura 33: Resposta do Sujeito S5 para a Questão 2 145
Figura 34: Resposta do Sujeito S5 para a Questão 3 145
Figura 35: Resposta do Sujeito S5 para a Questão 4 146
Figura 36: Tentativas de Solução do Sujeito S2 para a Questão 5 147
Figura 37: Resposta do Sujeito S5 para a Questão 6 148
Figura 38: Resposta do Sujeito S2 para a Questão 7 149
Figura 39: Resposta do Sujeito S3 para a Questão 7 149
Figura 40: Resposta do Sujeito S4 para a Questão 7 149
Figura 41: Resposta do Sujeito S3 para a Questão 8 150
Figura 42: Resposta do Sujeito S4 para a Questão 8 151
Figura 43: Resposta do Sujeito S2 para a Questão 8 151
Figura 44: Resposta do Sujeito S2 para a Questão 9 152
Figura 45: Resposta do Sujeito S3 para a Questão 9 152
Figura 46: Resposta do Sujeito S4 para a Questão 10 153
Figura 47: Resposta do Sujeito S2 para a Questão 10 154
Figura 48: Resposta do Sujeito S3 para a Questão 10 154
Figura 49: Resposta do Sujeito S3 para a Questão 11 155
Figura 50: Resposta do Sujeito S4 para a Questão 11 155
Figura 51: Resposta do Sujeito S3 para a Questão 10 156
Figura 52: Resposta do Sujeito S4 para a Questão 12 156

Figura 53: Resposta do Sujeito S2 para a Questão 14 156
Figura 54: Resposta do Sujeito S3 para a Questão 14 157
Figura 55: Resposta do Sujeito S4 para a Questão 14 157
Figura 56: Resposta do Sujeito S2 para a Questão 15. 158
Figura 57: Respostas do Sujeito S2 na ETAPA 2 – folha 1. 203
Figura 58: Respostas do Sujeito S2 na ETAPA 2 - folha2. 204
Figura 59: Respostas do Sujeito S2 na ETAPA 2 – folha 3. 205
Figura 60: Respostas do Sujeito S3 na ETAPA 2 - folha 1. 206
Figura 61: Respostas do Sujeito S3 na ETAPA 2 - folha 2. 207
Figura 62: Respostas do Sujeito S3 na ETAPA 2 - folha 3. 208
Figura 63: Respostas do Sujeito S4 na ETAPA 2 - folha 1. 209
Figura 64: Respostas do Sujeito S4 na ETAPA 2 - folha 2. 210
Figura 65: Respostas do Sujeito S4 na ETAPA 2 - folha 3. 211
Figura 66: Respostas do Sujeito S5 na ETAPA 2 - folha 1. 212
Figura 67: Respostas do Sujeito S5 na ETAPA 2 - folha 2. 213
Figura 68: Respostas do Sujeito S5 na ETAPA 2 - folha 3. 214
Figura 69: Respostas do Sujeito S2 na ETAPA 3 - folha 1. 215
Figura 70: Respostas do Sujeito S2 na ETAPA 3 - folha 2. 216
Figura 71: Respostas do Sujeito S2 na ETAPA 3 - folha 3. 217
Figura 72: Respostas do Sujeito S3 na ETAPA 3 - folha 1. 218
Figura 73: Respostas do Sujeito S3 na ETAPA 3 - folha 2. 219
Figura 74: Respostas do Sujeito S3 na ETAPA 3 - folha 3. 220
Figura 75: Respostas do Sujeito S4 na ETAPA 3 - folha 1. 221
Figura 76: Respostas do Sujeito S4 na ETAPA 3 - folha 2. 222
Figura 77: Respostas do Sujeito S4 na ETAPA 3 - folha 3. 223
Figura 78: Respostas do Sujeito S5 na ETAPA 3 - folha 1. 224
Figura 79: Respostas do Sujeito S5 na ETAPA 3 - folha 2. 225
Figura 80: Respostas do Sujeito S5 na ETAPA 3 - folha 3. 226

Lista de Tabelas

Tabela 1: Utilização de Tecnologia nas Escolas. Retirado de Means(1994). 83
Tabela 2: Mapa de Opções do Menu do Cabri. 109
Tabela 3: Identificação dos Equipamentos do Laboratório de Informática. 120
Tabela 4: Conhecimento que os Alunos Alegam ter sobre o Uso de Softwares. 126
Tabela 5: Caracterização dos Sujeitos. 138
Tabela 6: Resumo da ETAPA 3 160

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Ano de Nascimento dos Sujeitos 124
Gráfico 2: Sujeitos Distribuídos por Sexo. 124
Gráfico 3: Sujeitos Distribuídos por Faixa Salarial. 125
Gráfico 4: Conhecimentos que os Sujeitos Alegam ter Sobre Informática. 127
Gráfico 5: Sujeitos que Alegam Saber Usar Sites de Busca. 128
Gráfico 6: Sujeitos que Alegam Saber Copiar-Colar da Internet. 128
Gráfico 7: Sujeitos que Alegam já ter Comprado pela Internet. 128
Gráfico 8: Sujeitos que Alegam já ter Gravado Cds no Micro. 128
Gráfico 9: Sujeitos que Alegam Gostar de Usar Micros. 129
Gráfico 10: Local onde os Sujeitos Usam o Micro. 129
Gráfico 11: Correção da Prova de Trigonometria. 130
Gráfico 12: Correção da Questão 1. 131
Gráfico 13: Correção da Questão 2. 132
Gráfico 14: Correção da Questão 3. 132
Gráfico 15: Correção da Questão 4. 133
Gráfico 16: Correção da Questão 5. 134
Gráfico 17: Correção da Questão 6. 134
Gráfico 18: Correção da Questão 7. 135
Gráfico 19: Correção da Questão 8. 136
Gráfico 20: Correção da Questão 9. 136
Gráfico 21: Correção da Questão 10. 137

Sumário

Introdução 14
Motivação 14
Natureza e importância da pesquisa 15
Justificativa e delimitação da pesquisa 19
Relação da pesquisa com o contexto social 22
Objetivos da pesquisa 24
Organização do trabalho 24
Capítulo 1 – A Trigonometria no Ensino 26
A história da trigonometria 26
Primórdios da trigonometria 27
Trigonometria na Grécia 28
Trigonometria na Índia 30
Trigonometria na Arábia e na Pérsia 31
Trigonometria na Europa 32
Trigonometria atual 33
O ensino da trigonometria atual nas propostas curriculares 35
1- Proposta Curricular para o Ensino de Matemática (PCEM) segundo grau - SEE 35
2- (PCNEM) Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio 39
Capítulo 2 – Fundamentação Teórica 46
Formação de conceitos 46
Resolução de problemas 55
Aprendizagem significativa 70
Capítulo 3 - Revisão Bibliográfica 74
Capítulo 4 – Informática Aplicada à Educação 83
As novas tecnologias no ambiente educacional 83
As novas tecnologias na formação do cidadão 93
O software educacional no ambiente escolar 96
Classificação dos softwares 98
O software Cabri-Géomètre II 102
Utilização básica do Cabri-Géomètre II 105
Exemplos de utilização do Cabri-Géomètre II na trigonometria 110
Capítulo 5 – Metodologia 115
Problema de Pesquisa 115
Objetivo Específico 115
Justificativa 115
Sujeitos 116
Instrumentos utilizados 116
Método 117
Procedimento 118
Identificação da escola e dos sujeitos 119
Descrição do Laboratório 120
Caracterização dos sujeitos 121
Seleção dos sujeitos para a intervenção 121
Intervenção 122
Capítulo 6 - Análise dos dados 124
Caracterização dos sujeitos: 124
Conhecimentos prévios sobre informática: 126
Conhecimentos prévios sobre trigonometria: 130
Intervenção: 138
Etapa 1 – O Uso do Cabri-Géomètre II 139
Etapa 2 – O Ciclo Trigonométrico com o Uso do Cabri-Géomètre II 139
Etapa 3 – Resolução de problemas com o uso do Cabri-Géomètre II 142

Capítulo 7 – Discussão dos Resultados 161
Considerações finais 174
Referências 177
Anexos 184
Anexo 1 – Pesquisa sobre o Uso da Informática 184
Anexo 2 – Questões de Trigonometria 187
Anexo 3 – Roteiro de Atividades 1 189
Anexo 4 – Roteiro de Atividades 2 193
Anexo 5 – Roteiro de Atividades 3 194
Anexo 6 – Pesquisa sobre o Uso da Informática 195
Anexo 7 – Questões de Trigonometria 199
Anexo 8 – Respostas na ETAPA 2 203
Anexo 9 – Respostas na ETAPA 3 215

Introdução

Motivação

Trabalho no segmento educacional desde a minha formatura em Engenharia em 1984, exercendo atividades docentes relacionadas com a Informática ou com a Matemática, desde a educação infantil até o ensino superior, nos cursos regulares de escolas públicas e particulares e também ministrando cursos para grupos específicos, como de terceira idade, de alfabetização de adultos, de capacitação docente e de especialização profissional.

A formação inicial em Engenharia foi decorrente da "aptidão" para a Matemática e para os cálculos, identificada e incentivada pelos professores do então "colegial", hoje ensino médio. De fato, sempre tive facilidade para lidar com questões que envolvessem Matemática, quer fossem conceitos teóricos, aplicações desses conceitos em outras disciplinas ou nas atividades do cotidiano.

Desde essa época, muitos colegas, estudantes, apresentavam verdadeira aversão pela Matemática, o que acarretava dificuldades em várias disciplinas. Porém, este posicionamento, alardeado e aceito, justificava tais deficiências como aptidão para outras áreas distintas da Matemática.

Quanto à Informática, identifiquei-me com ela durante o Curso de Engenharia, nos anos oitenta. Na ocasião, a Informática diferia muito da que usamos hoje, principalmente pela ausência de recursos gráficos. O uso do computador no ambiente acadêmico restringia-se a auxiliar em processos de cálculo. Certamente, esta cumplicidade com a Matemática foi o maior atrativo para mim.

Com o surgimento dos microcomputadores, em 1972, nos Estados Unidos e no final dos anos 80 para nós, no Brasil, iniciou-se uma fase de rápida evolução que dura até os nossos dias e não demonstra sinais de que vai estabilizar-se. Desde então, tento acompanhar essas atualizações e, trabalhando no ambiente acadêmico, sempre procurei utilizá-los como auxiliares no processo de ensino-aprendizagem das disciplinas que ministrei, além de incentivar a sua utilização por colegas professores e mesmo por alunos, de forma individual.

A ausência de conhecimento pedagógico formal, inexistente na minha formação inicial na Engenharia, gerou os questionamentos que sempre me acompanharam durante minha atuação docente, principalmente aqueles ligados ao uso de tecnologia no ensino, mais especificamente ao uso de computadores, ou micros, como os chamamos atualmente.

Sempre, quando usei recursos tecnológicos na docência, procurei consultar professores, diretores, orientadores pedagógicos para adequar minha atividade às linhas pedagógicas adotadas pelas instituições onde trabalhava e, muitas vezes, não encontrava, nas respostas e orientações obtidas, embasamento teórico que as sustentassem. Parecia-me, no mínimo estranho, que o micro, cada ano mais presente nos lares dos alunos, obrigatoriamente fosse usado nas escolas de uma maneira muito diferente daquela do uso cotidiano.

O ingresso no programa de Pós-graduação em Educação para Ciência da Unesp Bauru foi, para mim, um indicador de caminhos para encontrar respostas a muitos questionamentos que eu acumulava no exercício da docência. O contato com professores e alunos, a troca de experiências e, principalmente, o contato com inúmeras pesquisas acadêmicas foram os elementos motivadores para que este trabalho fosse realizado.

Natureza e importância da pesquisa

A consulta à literatura especializada na área de aprendizagem em Matemática (por exemplo, Klausmeier e Goodwin, 1977; Sternberg, 2000; Ausubel, 1980), aliada à experiência profissional na docência, mostrou que os conceitos matemáticos podem ser aprendidos de forma significativa[1], se o professor priorizar a formação de conceitos e a resolução de problemas como eixos estruturadores do ensino da Matemática. Assim procedendo, o professor pode conseguir que seus alunos possam, mais facilmente, discriminar os atributos relevantes dos conceitos, seus exemplos e não-exemplos, além de valorizar o desenvolvimento de esquemas,

1 De acordo com a ótica de Ausubel.

estratégias, procedimentos e da criatividade envolvidos nas tarefas de resolução de problemas.

O contato profissional com a Informática mostrou os benefícios que ela pode trazer para a educação, particularmente no que diz respeito à facilidade que oferece para o uso de recursos gráficos, que podem favorecer a aprendizagem em quaisquer áreas, especialmente a Matemática, podendo facilitar a contextualização dos conceitos. Além disso, o micro pode atuar como agente motivador, ajudando a desenvolver, no aluno, atitudes mais positivas em relação à disciplina estudada.

Para avaliar como o uso de recursos informáticos pode interferir na resolução de problemas e na formação de conceitos no ensino da Matemática, foi elaborada a presente pesquisa com abordagem qualitativa e delineamento exploratório.

De acordo com Santos (1999), a pesquisa com delineamento exploratório destina-se a proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses, através da exploração de dados, o que permite ao pesquisador obter informações sobre a real importância do problema, tornando-o mais visível, instigando idéias e apontando caminhos a serem percorridos.

Silva e Menezes (2000) acrescentam que a pesquisa exploratória é particularmente adequada quando o refere-se a um assunto pouco estudado.

Esta pesquisa pretende integrar dois grandes pólos. O ensino da Matemática e o uso de recursos tecnológicos no processo de ensino-aprendizagem. É importante ressaltar que cada um desses pólos, individualmente, tem sido bastante estudado em pesquisas acadêmicas devido à sua aplicação no ambiente educacional.

É inegável a necessidade de o aluno adquirir habilidades matemáticas para a sua formação acadêmica e também para a sua integração social, através da aplicação contextualizada dessas habilidades. As formas de adquirir essas habilidades são objetos de estudo há tempos. Dentre elas, certamente, encontram-se a resolução de problemas e a formação de conceitos matemáticos.

O uso de recursos informáticos, analisado individualmente, por si só, constitui-se em importante recurso educacional disponibilizado aos professores, além de ser importante meio de inclusão do aluno na sociedade. O contato com

esses recursos na vida acadêmica e no cotidiano do cidadão é freqüente. A necessidade de utilizá-los é uma realidade em nossos dias, e evidências apontam para um futuro com exigências cada vez maiores de conhecimentos sobre esses recursos.

Um indicativo recente dessa tendência de crescimento do uso de recursos de Informática pode ser observado nas pesquisas, realizadas anualmente, desde 1988, pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), sobre o mercado brasileiro de Informática. A 17ª pesquisa[2], divulgada em abril de 2006, mostra que o Brasil possuía, em abril de 2006, 32 milhões de computadores. No final de 2005, o Brasil tinha 30 milhões de computadores em uso e, segundo o mesmo estudo, a base brasileira de computadores era de 24 milhões de máquinas em 2004. A previsão é que, em 2009, o Brasil tenha uma base de computadores em uso de 50 milhões de máquinas.

A mesma pesquisa mostra que os gastos com tecnologia da informação têm crescido, no Brasil, em uma média anual de 8%, desde 1988, quando foi realizada a primeira versão do estudo.

Para que esses dados sobre o uso de computadores no Brasil possam ser comparados com os de outros países, a pesquisa da FGV mostra que o País possuía, em abril de 2006, 17 computadores por 100 habitantes, um pouco acima da média mundial, que está em 16. Os Estados Unidos, no entanto, contam com 77 máquinas para cada grupo de 100 pessoas.

Outro indicativo sobre a exigência de conhecimento dos recursos tecnológicos para o exercício pleno da cidadania pode ser encontrado em pesquisa realizada pelo Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI-BR, 2005). Esta entidade, com o objetivo de fornecer indicadores que possam auxiliar o governo na elaboração de políticas públicas que venham a garantir o acesso às tecnologias da informação e da comunicação (TIC) no Brasil, realizou uma pesquisa dividida em duas grandes áreas: domicílios e empresas.

A pesquisa do CGI-BR foi realizada nos meses de agosto e setembro de 2005, considerando uma margem de erro de, no máximo, 1,5% no âmbito nacional e de 5% regionalmente.

2 http://www.eaesp.fgvsp.br/default.aspx?pagid=JTECNOSN

Os dados da pesquisa de TIC Domicílios demonstram que a posse de computadores e o acesso à Internet encontram-se concentrados nos indivíduos de famílias mais ricas, estabelecidas no sul e sudeste do país. A pesquisa comprova, também, que os indivíduos mais jovens usam o computador e a Internet com mais freqüências do que os indivíduos mais velhos.

Os dados obtidos na pesquisa TIC Empresas mostram um panorama positivo em relação ao uso de computadores e da Internet por empresas brasileiras, evidenciando a grande informatização do setor privado.

A análise desse recente panorama do uso de tecnologia da informação e da comunicação no Brasil permite corroborar algumas posições assumidas neste trabalho.

Inicialmente pode ser observado a disparidade entre a quantidade de brasileiros que nunca usou um computador (55% da população) e a maioria das empresas (98%) que utiliza esses recursos. Essa constatação confirma a tendência de exigências, cada vez maiores, de habilidades relacionadas ao uso de tecnologia para o mercado de trabalho.

Outro aspecto relevante para este trabalho, também evidenciado pela pesquisa, é o esforço governamental em oferecer serviços e informações pela Internet, chamado na pesquisa de “governo eletrônico”. Essa tendência governamental, sem dúvidas, procura facilitar o acesso às informações para o cidadão brasileiro, mas tem como expectativa um cidadão que possa compreender e operar os equipamentos necessários para obtê-las.

Em relação aos aspectos educacionais, a pesquisa revela que, dentre os usuários que possuem alguma habilidade com o uso de computadores ou com a Internet, apenas 8,85% alega que essas habilidades foram adquiridas em uma instituição formal de ensino e 2,19%, em cursos de treinamento pelo governo. Esses resultados mostram o quanto ainda pode ser feito para capacitar cidadãos no uso desses recursos tecnológicos.

A escola tem papel fundamental nesse contexto, incentivando o uso de recursos tecnológicos não só para o ensino dos conteúdos acadêmicos, mas também para o aprendizado do uso dos recursos tecnológicos.

Neste sentido:

> O que devemos enfocar nesse momento, na qualidade de educadora, é que o fato de as crianças aprenderem Matemática com o uso de computadores desmistifica tanto as máquinas como a própria Matemática. E também há a oportunidade do uso dessa tecnologia na escola e não somente em cursos pagos a que nem todos teriam acesso, propiciando dessa maneira o pleno desenvolvimento do ser humano e sua integração na sociedade. Então, nesse sentido, a Educação recebida pelos jovens passaria a ter um caráter não só conteudístico, mas, acima de tudo, se constituiria em uma força determinante na sua formação e no seu desenvolvimento integral e pleno como ser humano (MISKULIN, 1994).

Nesta pesquisa, o foco encontra-se na utilização conjunta dos recursos de Informática, da resolução de problemas e da formação de conceitos no processo de ensino-aprendizagem da Matemática. Ressaltada a importância desses pólos individualmente, fica evidente a importância de estudá-los conjuntamente, de modo a compreender como essa interação pode influenciar o processo de construção do conhecimento, resultados que podem fornecer indicativos sobre estratégias a serem usadas pelos professores para alcançarem, mais facilmente, os objetivos de suas aulas.

Justificativa e delimitação da pesquisa

Os temas motivadores desta pesquisa são bastante amplos, sendo impraticável tentar estudá-los por completo. Faz-se necessário, portanto, delimitar a pesquisa, estabelecendo fronteiras claras, de modo a viabilizá-la e a permitir que os resultados obtidos possam ser analisados com foco em atividades específicas.

O primeiro aspecto limitado para a viabilização desta pesquisa diz respeito à educação matemática. Tema amplo, com inúmeras possibilidades de pesquisa, foi restrito à resolução de problemas e à formação de conceitos.

Em relação aos recursos tecnológicos usados no ambiente educacional, a pesquisa restringiu-se ao uso de um software, o Cabri-Géomètre II, usado com freqüência, em muitas escolas e também em várias pesquisas acadêmicas, em função da facilidade de uso, da sua interface gráfica bastante aprimorada e da maneira como os conceitos matemáticos são incorporados, o que permite ao usuário

construir figuras geométricas e, variando seus atributos, constatar, visualmente, através das alterações nos desenhos, diversas propriedades matemáticas.

Também foi estabelecido como escopo para esta pesquisa que a unidade temática Trigonometria seria a escolhida entre as possibilidades existentes na Matemática. Esta escolha foi motivada pela facilidade com que o software Cabri-Géomètre II permite mostrar, de modo gráfico, seus principais conceitos e pela restrição que os alunos costumam ter em relação a este assunto. De fato, quem já trabalhou com esse tema certamente encontrou resistência entre os alunos, que costumam considerar a Trigonometria difícil, sem ver nela aplicações para sua vida prática, o que não corresponde à realidade, uma vez que a Trigonometria surgiu e desenvolveu-se exatamente para resolver problemas de ordem prática.

Essa aparente contradição entre as aplicações iniciais da Trigonometria, sua evolução histórica e a visão que os alunos dela têm atualmente é o aspecto central que motivou a sua escolha.

Ainda assim, o assunto era muito amplo. Houve necessidade de restringir a pesquisa a apenas parte da Trigonometria. Seguindo orientação dos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN(BRASIL, 1999) e PCN+(BRASIL, 2002), de agora em diante, identificados neste trabalho, respectivamente, por PCN ou PCN+, foram escolhidos para a presente pesquisa os temas referentes às funções seno, cosseno e tangente, restritos à primeira volta do círculo trigonométrico e a utilização da Trigonometria na resolução de problemas práticos para o cálculo de distâncias inacessíveis, na tentativa de resgatar a aplicação histórica das relações trigonométricas (BRASIL, 2002, p.122). Esses conceitos, estudados desde a 8ª série do Ensino Fundamental, são básicos para o ensino da Trigonometria, além de serem utilizados, também, em outras disciplinas no Ensino Médio, como, por exemplo, a Física.

A Figura 1, abaixo, sintetiza a delimitação considerada nesta dissertação.

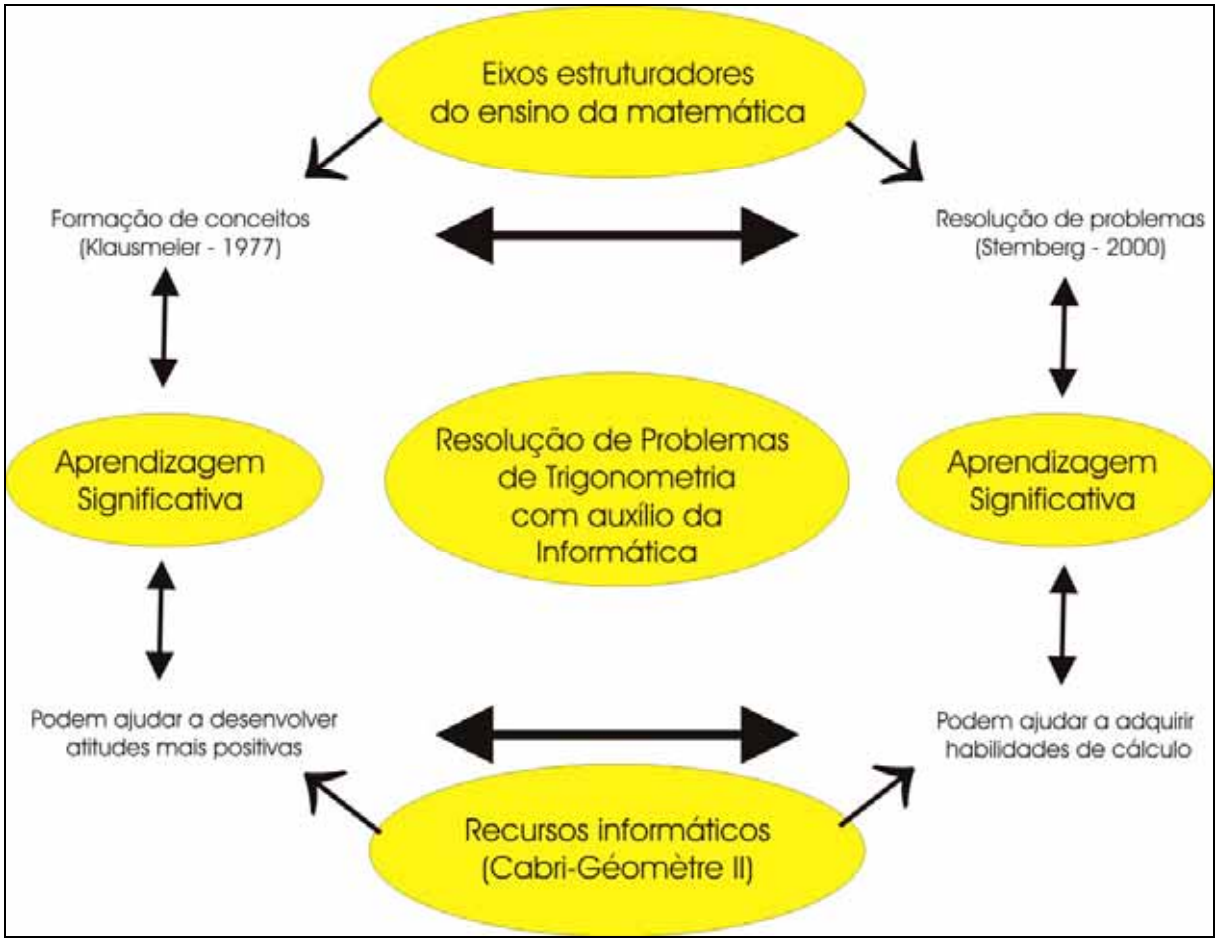


Figura 1: Esquema Conceitual da Dissertação.

Como pode ser observado na Figura 1, o tema central desta pesquisa é a resolução de problemas de trigonometria com auxílio de recursos informáticos. Para estudar este assunto, foram consideradas, simultaneamente, duas abordagens. A primeira delas, baseada em dois eixos estruturadores do ensino da Matemática (a formação de conceitos e a resolução de problemas) e a segunda delas, baseada no uso de recursos informáticos.

Um dos eixos estruturadores considerados foi a formação de conceitos, principalmente, na perspectiva de Klausmeier e Goodwin (1977), na expectativa de que o aluno, conhecendo conceitos básicos sobre Trigonometria, apresente atitudes mais positivas em relação a ela e, deste modo, encontre mais facilidade na resolução de problemas sobre este assunto.

O segundo eixo estruturador considerado foi a resolução de problemas, na ótica de Sternberg, na expectativa de que o aluno, organizando intelectualmente seu raciocínio ao resolver problemas de Trigonometria, possa adquirir habilidades de cálculo que conduzam à obtenção de atitudes mais positivas sobre esse assunto, assimilando melhor os conceitos envolvidos.

Quanto ao uso dos recursos informáticos, a expectativa é a de que eles possam ajudar no desenvolvimento de atitudes mais positivas em relação à Trigonometria e na aquisição de habilidades de cálculos, facilitando a resolução de problemas e a formação de conceitos trigonométricos.

Na perspectiva de Ausubel, todas essas abordagens podem conduzir a uma aprendizagem mais significativa.

Relação da pesquisa com o contexto social

A vinculação da pesquisa com o contexto social foi preocupação constante na escolha do tema estudado, servindo de guia para a sua delimitação. Com este intuito, houve a escolha da Matemática e, nela, a resolução de problemas e a formação de conceitos, pois esses assuntos são relevantes para o aluno tanto no ambiente acadêmico, quanto na sua vida diária.

Quando a educação matemática se utiliza da resolução de problemas, comprometida com um processo de ensino-aprendizagem contextualizado, existem indicações de que o objetivo final da aprendizagem é fazer com que o aluno adquira o hábito de propor-se problemas e resolvê-los como forma de aprender.

O uso de recursos tecnológicos no ensino da Matemática tem se mostrado promissor. Entretanto, há necessidade de a escola assumir o papel de facilitador para o contato dos alunos com esses recursos, disponibilizando-os e permitindo o acesso a eles. Como encontrado em Miskulin (1994, p. 17).

> A Matemática sempre fez parte do currículo e o ensino está como já mencionamos: aquém do ideal. O uso de novas tecnologias, por exemplo, de computadores, não poderia colocar os alunos de classes menos privilegiadas em contato com as ferramentas usadas em uso em grande escala nos países do primeiro mundo? Em caso positivo, os computadores é que serão um fator de abertura para novas possibilidades. Nesse caso, o ensino deverá propiciar aos alunos a exploração dessa tecnologia.

Em relação aos recursos tecnológicos, existem evidências do esforço do governo e de organizações não governamentais no sentido de garantir que todos tenham acesso a eles. Como exemplo, pode ser citada a iniciativa da revista INFO-Exame[3] que, em outubro de 2004, interessada em saber quem estava atuando no sentido de facilitar o acesso do cidadão brasileiro aos recursos tecnológicos, instituiu o Prêmio INFO de Inclusão Digital, avaliando dezenas de projetos e selecionando 56 deles (INFO EXAME, 2004).

Foram considerados destaques os programas: Telecentros da Prefeitura de São Paulo, a Garagem Digital da HP e o Projeto Informática para Todos da Prefeitura da cidade de Cabo de Santo Agostinho, em Pernambuco.

Em nossos dias, a dependência dos recursos tecnológicos é tamanha que, sem eles, não se pode exercer o direito a uma cidadania plena. O aluno, no exercício de sua cidadania, certamente necessitará usar micros em suas atividades profissionais, uma vez que a grande maioria das empresas (98% delas) já utiliza recursos informatizados (CGI-BR, 2005).

Mais que isso, atividades simples e cotidianas, como o acesso a uma conta bancária ou alguma transação comercial via Internet ou até mesmo para poder comunicar-se, usando alguns dos inúmeros softwares existentes, ficam inviabilizadas se não existirem conhecimentos mínimos sobre tais recursos.

A iniciativa do governo, através do chamado governo eletrônico, também exige do cidadão conhecimentos sobre recursos informáticos para que ele usufrua das facilidades e dos benefícios de oferecer serviços e consultas via Internet.

3 Embora a Revista Info Exame não seja fonte primária de pesquisa, a sua relevância na área tecnológica e a pesquisa nela relatada mostram com clareza a quantidade de entidades, governamentais ou não, que se dedicam a minimizar as dificuldades com a inclusão digital no Brasil.

Com o avanço crescente dos recursos tecnológicos oferecidos, há a perspectiva de um aumento dessa dependência e, conseqüentemente, uma maior exclusão social daqueles que não estiverem habilitados para utilizá-los.

Objetivos da pesquisa

Nesta pesquisa, objetivou-se analisar como o uso do microcomputador pode auxiliar na resolução de problemas relacionados com o conteúdo matemático Trigonometria. Para tanto, foi utilizado o software Cabri-Géomètre II, que permite a construção e a visualização dos conceitos trigonométricos em microcomputadores.

Esse software foi utilizado por alunos como instrumento auxiliar na aprendizagem dos conceitos relacionados com a Trigonometria, dentro de uma estratégia educacional.

Pretendeu-se, também, através da intervenção, analisar as principais dificuldades dos sujeitos em relação aos conceitos básicos da Trigonometria, bem como analisar o processo de resolução de problemas trigonométricos através do uso do software Cabri-Géomètre.

Organização do trabalho

No Capítulo 1, será apresentada a história da Trigonometria, com o objetivo de resgatar seu contexto histórico e sua aplicação nas necessidades da época, abordagem necessária para a contextualização do tema.

Ainda neste Capítulo, será analisada a orientação oferecida pelos PCNs para o ensino da Trigonometria, sendo necessário para isso, uma rápida análise sobre as linhas gerais indicadas por esses instrumentos para o ensino de um modo geral e, especificamente, para o ensino da Matemática.

O Capítulo 2 tratará da fundamentação teórica relacionada com a formação de conceitos, principalmente baseada nas idéias de Klausmeier e Goodwin, a abordagem de Sternberg sobre a resolução de problemas e a contribuição de Ausubel, relacionada à aprendizagem significativa.

No Capítulo 3, serão incluídos os principais resultados encontrados na revisão bibliográfica realizada sobre os temas delimitadores desta pesquisa, com objetivo de mostrar ao leitor alguns aspectos considerados relevantes pelos pesquisadores.

O Capítulo 4 tratará da Informática aplicada à Educação. O foco será a utilização das novas tecnologias no ambiente educacional e a forma como essas tecnologias interferem na cidadania. Além disso, pretender-se-á analisar a questão do uso do software como estratégia educacional e, especificamente, a utilização do software usado nesta pesquisa, o Cabri-Géomètre II.

A metodologia utilizada na pesquisa será relatada no Capítulo 5. Este Capítulo mostrará as hipóteses iniciais que nortearam todo o trabalho; a descrição e a caracterização dos sujeitos; os instrumentos utilizados para a coleta de dados; o método utilizado; os procedimentos aplicados e os resultados obtidos.

No Capítulo 6, será apresentada a análise dos dados obtidos nesta dissertação, estabelecendo-se as conclusões resultantes da pesquisa e discutindo-se as implicações educacionais.

Finalmente, no Capítulo 7, os resultados obtidos serão discutidos à luz do referencial teórico e da revisão bibliográfica.

Na seqüência do trabalho, serão incluídas as considerações finais e as referências utilizadas, seguidas dos anexos que se fizerem necessários.

Capítulo 1 – A Trigonometria no Ensino

A história da trigonometria

O ensino da Trigonometria, muitas vezes, traz dúvidas e cria confusões entre os alunos. Muitos professores que lecionam têm se deparado com questionamentos de seus alunos sobre o uso desses conceitos na vida prática e sobre o surgimento e a evolução do que chamamos, hoje, de Trigonometria. Conhecendo a origem e a evolução desse conceito matemático, torna-se mais fácil contextualizá-lo e, deste modo, facilitar o processo cognitivo dos alunos, principalmente com a Trigonometria, que teve seu início e evolução pautadas por necessidades objetivas do ser humano.

Preliminarmente, há a necessidade de se esclarecer o significado com que o termo Trigonometria será empregado:

a. existem referências, desde o segundo ou terceiro milênio antes de Cristo, de que o termo possui o significado literal de medidas do triângulo;

b. outra abordagem encontrada vincula o conceito à Geometria e à Astronomia, desde o século II antes de Cristo, com os trabalhos de Hiparco;

c. ainda resta o sentido de ciência analítica, conforme ensinado hoje, que somente apareceu no século XVII, com o desenvolvimento do simbolismo algébrico.

No presente trabalho, o objeto de estudo está focado nas funções trigonométricas no campo dos números reais, principalmente nas funções seno, cosseno, tangente e nas relações existentes no triângulo retângulo. Para que se possa contextualizar melhor esses conceitos, há a necessidade de conhecer os principais momentos históricos, os principais personagens e as principais contribuições que justificam, atualmente, incluir a Trigonometria no currículo básico escolar. É necessário, também, compreender as dificuldades que os alunos encontram para aplicar os conceitos de Trigonometria em situações do cotidiano.

Primórdios da trigonometria

Historicamente, as primeiras referências encontradas sobre o início dos conceitos da Trigonometria remontam a cálculos de razões entre dimensões de lados de triângulos semelhantes no Egito e na Babilônia.

Existem referências, no Egito, em 1650 a.C., sobre cálculos da razão entre o afastamento horizontal e a altura, usados para construções de pirâmides. Essa razão era chamada de **seqt.** O papiro **Ahmes**, ou **Rhind**[4], traz referência ao **seqt** de uma pirâmide regular, calculada para manter constantes as inclinações dos seus lados. A figura 2 mostra a representação do **seqt.** Supondo OM=100 e OU=50, o seqt=100/50=2.

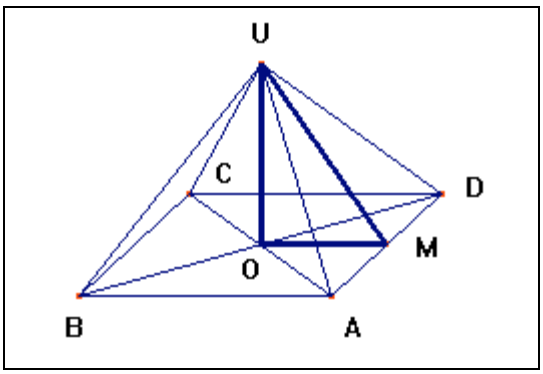


Figura 2: Seqt de uma Pirâmide Regular (COSTA, 1997).

Os egípcios também relacionavam a sombra projetada de uma vara com as horas do dia, o que se conhece, hoje, por relógio do sol. Os conceitos atuais das funções tangente e cotangente podem ser identificados nesses cálculos.

Os babilônios interessavam-se pela Astronomia em função de sua crença e também para relacionar fases da lua com os períodos de plantio. Esse estudo pressupõe a adoção de unidade de medidas e o uso de triângulos. Existem referências sobre a elevada capacidade dos babilônios na Astronomia que chegaram até os nosso dias; por exemplo, o calendário astrológico elaborado no

4 O Papiro Ahmes, de aproximadamente 1650 a.C., contém 84 problemas, dos quais quatro fazem menção ao **seqt** de uma pirâmide regular. É o mais extenso documento egípcio em Matemática que chegou aos nossos dias. Ele é uma cópia de um antigo papiro do século XIX a.C. que esteve em poder do escriba Ahmes. Foi adquirido no Egito por H. Rhind e, por isso, é usualmente conhecido como Papiro Rhind (Chace, 1986).

século 28 a.C., no reinado de Sargon, e uma tábua das eclipses lunares a partir do ano 747 a. C. (SMITH, 1958).

Na China, aproximadamente em 1100 a. C., no reinado de Chóu-pei Suan-king, são encontradas referências que indicam que este povo utilizava os conceitos de ângulos e de relações trigonométricas no triângulo retângulo para medir profundidades e distâncias.

Trigonometria na Grécia

Os gregos absorveram os conceitos da Trigonometria primitiva dos egípcios e babilônios e impuseram a ela um sistemático tratamento que resultou em grandes avanços, servindo como direcionamento para estudos em todas as outras nações.

Foi o povo grego que nominou de gnômon (Figura 3) o relógio de sol, embora ele já fosse conhecido e utilizado no Egito e na Babilônia. O uso dessa ferramenta deixa claro que os gregos utilizavam conceitos trigonométricos para a observação de fenômenos astrológicos.

O **gnômon** é uma vareta, colocada de modo perpendicular ao solo (**GN**). As distâncias **AN** referem-se à sombra projetada pela vareta em épocas distintas, em um horário sempre constante. Com esse instrumento, os gregos mediam a duração do ano e do dia. A sombra projetada pode ser vista como uma função do ângulo **AGN** (Figura 3).

A Grécia foi o berço de grandes personagens da história da Matemática. Cada um deles contribuiu com sua parte para o desenvolvimento da Trigonometria, uma vez que os estudos não são estanques, mas, antes, relacionam-se, servindo um como apoio ao outro.

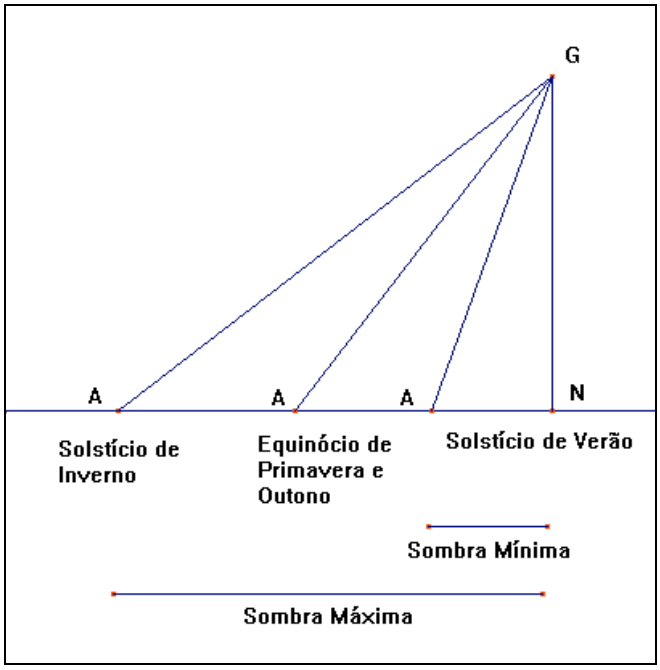


Figura 3: O Gnômon. Adaptado de Costa (1997).

Na Geometria, há de se citar **Thales** (625 - 546 a.C.), que proporcionou uma fundamentação teórica importante para embasar a Trigonometria. Seu discípulo, **Pitágoras**, (570 - 495 a.C.) formalizou o teorema do qual derivou a relação fundamental da Trigonometria.

A primeira referência documentada sobre a Trigonometria entre os gregos remonta a, aproximadamente, 180 a.C.: **Hipsícles** dividiu o zodíaco em 360 partes. A idéia foi generalizada por **Hiparco** posteriormente para qualquer círculo (EVES, 1995).

Por volta de 200 a.C., **Eratóstenes de Cirene** (276 -196 a.C.) calculou a medida da circunferência da Terra, usando semelhança de triângulos e razões trigonométricas. Seus estudos foram resumidos em um tratado (*Sobre a Medida da Terra*, o qual conhecemos somente através de relatos de Ptolomeu e Heron), em que fica clara a necessidade de relações entre cordas e ângulos.

Embora, nesse período, os gregos tenham contribuído de forma clara para o desenvolvimento da Trigonometria, não existia, ainda, um estudo sistematizado

dessa área da Matemática, e sim estudos sobre as relações entre retas e círculos e suas aplicações.

Um grande marco na história da Trigonometria foi a colaboração de **Hiparco de Nicéia** (180-125 a.C.), que adotou a base 60 para a contagem e dividiu a circunferência em 360 partes iguais, atribuindo a cada uma dela o nome de arco de 1 grau. Também subdividiu cada um desses arcos de 1 grau em 60 partes iguais, nominadas, cada uma delas, de arco de 1 minuto.

Os estudos de Hiparco levaram-no a perceber que havia relação entre o comprimento do arco e o ângulo central correspondente de um círculo qualquer. Deste modo, ele associou a cada ângulo central a corda correspondente, ocasionando enorme avanço para a Astronomia. Esses estudos conferiram a Hiparco o título de **Pai da Trigonometria**.

No século II d.C., **Cláudio Ptolomeu** escreveu a obra considerada como a mais importante da Trigonometria da Antiguidade: *Syntaxis Mathemática,* composta de treze volumes. Esta obra ficou conhecida como **Almagesto**[5] e, nela, o estudo da Trigonometria é desenvolvido nos capítulos dez e décimo primeiro do primeiro livro. As tabelas existentes nesta obra referem-se à função corda do arco x, definida como sendo o comprimento da corda correspondente a um arco de x graus em um círculo de raio 60.

Na Antiguidade grega, embora repleta de referências a tabelas, não há indícios de generalizações dos dados discretos tabelados, ou seja, não existe indício do início do estudo de funções trigonométricas, objeto deste estudo. Aparentemente, a preocupação maior dos matemáticos gregos concentrava-se na representação quantitativa de fenômenos naturais através da Matemática, o que, em si só, representa enorme avanço.

Trigonometria na Índia

5 O nome Almagesto significa, em Árabe, A Maior. Nome dado pelos tradutores gregos que consideravam a obra de Ptolomeu como a Coleção Maior, a maior obra existente na época, comparando-a com as obras de Autolico, Euclides, Ipsicle e Aristóteles em Astronomia, que, juntas, formavam a Coleção Menor de Astronomia.

Na Índia, aproximadamente em 400 d.C., foram escritos textos denominados **Siddhanta**, que significa Sistemas de Astronomia, que revolucionaram a Trigonometria. A importância dessa obra reside no fato de diferir da abordagem de Ptolomeu, que relacionava uma corda de um círculo com o ângulo central correspondente. Dessa maneira, quando de sua aplicação prática, a função corda de Ptolomeu exigia que fosse dobrado o arco antes de usá-lo na tábua de cordas.

O caminho seguido pelos hindus relaciona a metade da corda com a metade do ângulo central correspondente. Desse modo, fica "desenhado", no interior da circunferência, um triângulo retângulo. Neste triângulo retângulo, os hindus chamavam de **Jiva** a razão entre o cateto oposto e a hipotenusa. Assim, a metade da corda (C/2), dividida pelo raio do círculo (r), é o seno da metade do arco, conforme a Figura 4.

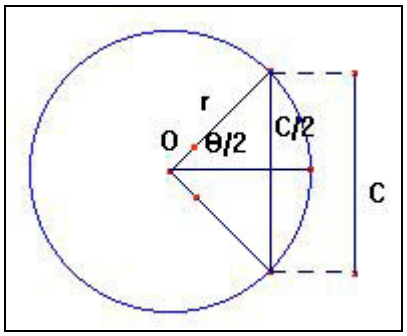


Figura 4: O Jiva Hindu. Adaptado de Costa (1997).

Trigonometria na Arábia e na Pérsia

Do século VIII até o século XI, o império muçulmano passou por enorme desenvolvimento econômico nas Artes e nas Ciências. A fundação da Escola de Bagdá, no século IX, foi um marco dessa evolução.

O príncipe da Síria, Mohamed-ben-Geber, também chamado de AL Battani (aproximadamente 850 a 929 d.C.), ou Albategnius, nas traduções latinas, ficou conhecido como o Ptolomeu de Bagdad. Seus estudos foram decisivos para a adoção da Trigonometria hindu pelos árabes. Sua grande colaboração foi introduzir a idéia de um círculo de raio igual a um (Figura 5).

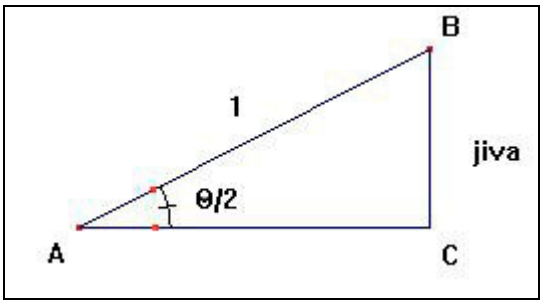


Figura 5: O Raio 1 de Al Battani, Adaptado de Costa (1997).

Deste modo, **Al Battani** pode demonstrar que a razão jiva é válida para qualquer triângulo, independente do valor da hipotenusa, pois, como visto na Figura 6, se um triângulo retângulo tem um ângulo agudo θ/2, então, quaisquer que sejam as medidas do cateto oposto e da hipotenusa, pode-se afirmar que o triângulo ABC é semelhante ao triângulo AB^1C^1.

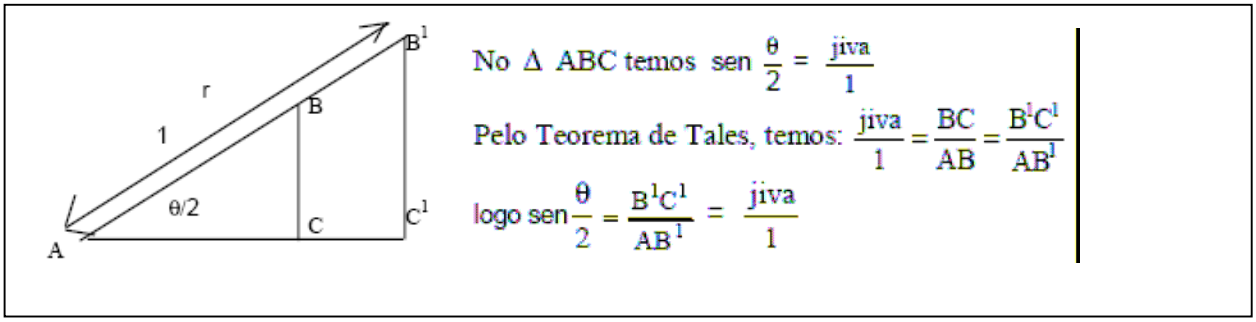


Figura 6: Demonstração de Al Battani, Adaptado de Costa (1997).

Trigonometria na Europa

Com o declínio do poder muçulmano por volta do século XII, veio o correspondente declínio da Escola de Bagdá, e o centro cultural mundial passou lentamente para a Europa, mais especificamente para a Península Ibérica. Grande número de estudiosos ocidentais concentrou-se em Toledo, após sua libertação pelos cristãos, ávidos de saber pelos conhecimentos acumulados pelos muçulmanos. Muitos astrônomos árabes também se deslocaram para a Espanha e, juntamente com vários tradutores de obras anteriores, passaram a difundir os resultados de séculos de estudos.

Destaca-se, nessa época, o matemático europeu **Fibonacci** (1170-1250) que, em sua obra *Practica Geometriae* de 1220, mostra aplicações da Trigonometria árabe na agrimensura.

A partir do século XIV, surgem, na Europa, centros de excelência no estudo da Matemática, ocasionando o seu desenvolvimento. São expressas as noções de função e de quantidades variáveis e, definitivamente, adota-se a Matemática para o estudo dos fenômenos naturais.

Regiomontanus (1436-1475) escreveu o *Tratado sobre Triângulos* em cinco livros, contendo uma Trigonometria completa. Sua obra foi de fundamental importância para consolidar a Trigonometria como uma ciência independente. Nessa obra, são calculadas novas tabelas em que aparecem o conceito de tangente.

O avanço da imprensa dissemina o conhecimento por toda a Europa. A obra *Tabula Directionum*, de **Regiomontanus**, publicada em Nüremberg, antes de 1485, foi a primeira obra impressa que tratava da Trigonometria.

Por volta de 1580, o matemático **Viète** (1540-1603) estudou a Trigonometria, conferindo a ela um tratamento analítico, usando letras para representar os coeficientes, o que contribuiu para o estudo da Álgebra. Na obra, *Canon Mathematicus*, **Viète** propõe a decomposição de triângulos oblíquos em triângulos retângulos, de modo a determinar as medidas de seus lados e ângulos.

Em 1658, **John Newton** (1622-1678) publicou o tratado *Trigonometria Britannica*, a mais completa obra da época.

Trigonometria atual

A Trigonometria como estudada atualmente surgiu com **Euler** (1707-1783). Esse matemático adotou um círculo com raio unitário e definiu as funções aplicadas a um número e não a um ângulo, concluindo a transição de razões trigonométricas para funções, iniciada com **Viète** no século XVI. **Euler** elaborou uma função (função de Euler) que associa a cada número um ponto no círculo C1 unitário e centrado na origem do plano cartesiano. Seu domínio é o conjunto dos números reais $\Re$ e o contra domínio é C1. A função $E\Re \to C1$, associa a cada x,

pertencente aos Reais, um ponto P pertencente a C1, P = (a, b) pertence a C1 se e somente se $a^2 + b^2 = 1$, graficamente representado na Figura 7.

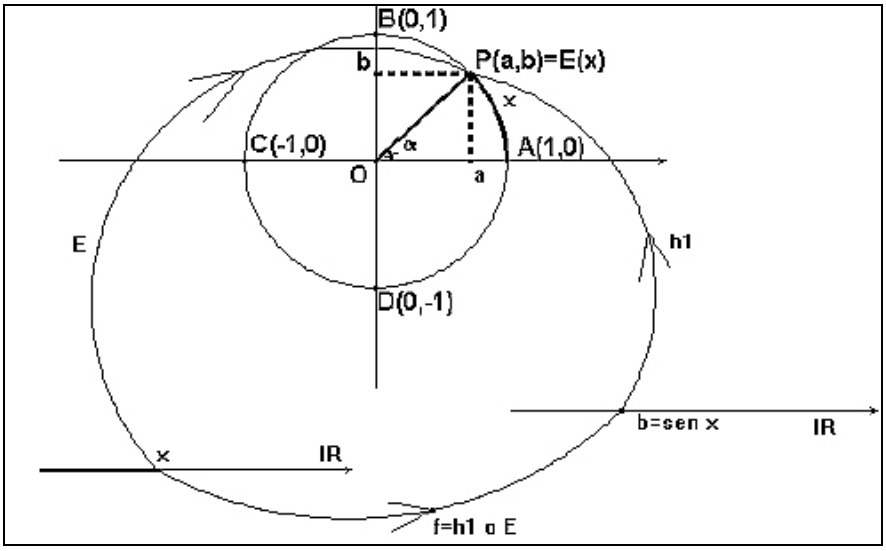


Figura 7: A Contribuição de Euler, Adaptado de Costa (1997).

Essa resumida história da Trigonometria mostra a vinculação entre sua evolução e sua aplicação prática. O conhecimento dessa evolução e das suas respectivas aplicações práticas pode facilitar a sua contextualização e conduzir a um processo de ensino-aprendizagem que, distanciando-se um pouco do enfoque exclusivamente algébrico, poderá permitir que os alunos assimilem melhor os seus conceitos, encontrando aplicações práticas para eles, na resolução de problemas reais do seu cotidiano.

O ensino da trigonometria atual nas propostas curriculares

1- Proposta Curricular para o Ensino de Matemática (PCEM) segundo grau[6] - SEE

A PCEM justifica a inclusão da Matemática no currículo escolar, baseando-se em duas vertentes: a primeira delas considera que a Matemática é necessária em atividades práticas, envolvendo aspectos quantitativos; a segunda considera a Matemática necessária para ajudar a desenvolver o raciocínio lógico, a capacidade de generalizar, abstrair, projetar, transcender o que é imediatamente sensível (SÃO PAULO, 1992). Fica explicitada, também, a necessidade de se encontrar um equilíbrio entre essas duas vertentes quando da sua aplicação no ambiente escolar.

Para ser alcançado tal objetivo, há a necessidade de que o aluno participe na elaboração do seu conhecimento, e isso é conseguido através da atuação do professor como um orientador de aprendizagem, instigando idéias e corrigindo rumos em um trabalho construído através de erros e acertos.

A PCEM indica que a proposta para o desenvolvimento de um determinado tema, em sala de aula, pode iniciar com a colocação de um problema que desafie o aluno. A partir deste problema proposto, poderá ser trabalhado o tema em questão, de acordo com os objetivos estabelecidos. É indicado que a situação-problema proposta seja significativa para o aluno.

Toda a discussão sobre o problema proposto, o levantamento das hipóteses, a verificação das soluções propostas deve ser feito em sala de aula, em uma linguagem que se aproxime ao máximo da linguagem do aluno. O aluno deve ser incentivado a verbalizar suas idéias, confrontá-las com as idéias de seus colegas, adaptá-las e seguir na busca de soluções.

Em relação aos conteúdos, a PCEM (SÃO PAULO, 1992, p.12) indica, para o segundo grau do Ensino Médio, a "priorização de trabalhos que envolvam

6 Atualmente, de acordo com a LDB, a nomenclatura para "segundo grau" passou a ser Ensino Médio.

expressões algébricas, resolução de equações, sistemas, no sentido de aperfeiçoar o traquejo algébrico do aluno e a habilidade na resolução de problemas".

Com essas diretrizes, buscando elaborar um programa significativo, foram escolhidos conteúdos que pudessem dar ênfase ao processo de construção do conceito, objetivando que o aluno desenvolva a capacidade de resolver problemas, tanto na Matemática escolar, quanto na sua vida. Os conteúdos indicados na PCEM são: Funções, Geometria, Trigonometria, Análise Combinatória, Probabilidade, Geometria Analítica, Matemática Financeira e Estatística.

O presente trabalho tem como foco a Trigonometria. A PCEM sugere uma distribuição desse conteúdo ao longo dos três anos do ensino médio. Na verdade, são apresentadas duas alternativas que diferem uma da outra em função do número da aulas semanais de Matemática que se pretende ministrar. Se a opção for por duas ou três aulas semanais, a sugestão é que, na primeira série, sejam estudados os conceitos da Trigonometria no triângulo. Caso contrário, se a opção for por quatro ou cinco aulas semanais, a indicação é para que sejam estudados os conceitos de Trigonometria no triângulo na primeira série e os conceitos relacionados com a primeira volta do ciclo trigonométrico na segunda série.

Quanto à Trigonometria no triângulo retângulo, conteúdos que devem ser ministrados na primeira série do ensino médio, a PCEM recomenda que sejam apresentados e estudados os seguintes conceitos:

1. Medida de ângulo: Os alunos deverão saber medir ângulos, usando transferidor e um teodolito simples. A utilização prática do teodolito simples para a identificação do ângulo de visada deve favorecer a compreensão dos elementos da Trigonometria.
2. Tangente no triângulo retângulo: O aluno deve ser capaz de construir uma tabela de tangentes obtidas de ângulos agudos e a aplicar o conceito de tangente na resolução de problemas práticos de verificação de "distâncias inacessíveis".
3. Seno e cosseno no triângulo retângulo: O aluno deve ser capaz de aplicar as propriedades do seno e do cosseno no triângulo retângulo na resolução de problemas.

4. Aplicação dos elementos trigonométricos à Geometria: O aluno deve ser capaz de utilizar elementos da Trigonometria em figuras geométricas planas ou espaciais e de obter a área e o perímetro de polígonos.

Na segunda série do ensino médio, de acordo com as orientações da PCEM, deve ser estudada a Trigonometria da primeira volta e as funções circulares. Os conceitos envolvidos são:

1. Caracterizar o ciclo trigonométrico, função seno, cosseno e tangente: O aluno deve ser capaz de associar a cada número real um ponto no ciclo trigonométrico, utilizando a unidade radiano, bem como associar as coordenadas desse ponto aos conceitos de seno, cosseno e tangente.
2. Resolução de equações e inequações trigonométricas e identidades trigonométricas: O aluno deverá saber utilizar a redução de arcos ao primeiro quadrante, para resolver equações e inequações trigonométricas.
3. Resolução de problemas por triangulação: O aluno deverá ser capaz de compreender e aplicar a lei do seno e a lei do cosseno em triângulos quaisquer, entendendo como é possível utilizar tais conceitos para a determinação de “distâncias inacessíveis” ou para determinar elementos dos polígonos.

Quanto às aplicações desses conteúdos, encontram-se na PCEM 43 exemplos de atividades e exercícios que podem ser utilizados no processo de ensino-aprendizagem do conteúdo Trigonometria. Esses exemplos, sempre seguidos de explicações teóricas, identificados os conceitos envolvidos e ressaltados os objetivos esperados, estão divididos em sete conteúdos diferentes:

I. Medida de Ângulo;
II. Tangente;
III. Seno e Cosseno;
IV. Seno, Cosseno, Tangente e Elementos de Geometria;
V. Ciclo Trigonométrico; e
VI. Triângulos Quaisquer.

A PCEM explica o conceito de ângulo de visada e mostra, detalhadamente, como construir um aparelho simples para medí-los, utilizando cartolina, um transferidor, dois canudinhos de refrigerante e alfinetes. Em seguida, apresenta alguns exemplos sobre a utilização desse aparelho e sua utilização na vida prática para medição de “distâncias inacessíveis”, utilizando o conceito de tangente.

Existem exemplos em que os alunos são solicitados a montar tabelas com valores de seno, cosseno e tangente de vários ângulos e constatar diversas propriedades trigonométricas.

Encontram-se, também, exemplos do cálculo de área e perímetro de polígonos através da decomposição em triângulos e exemplos de medições de segmentos e áreas em figuras espaciais, baseadas em ângulos conhecidos.

Podem ser encontrados, ainda, exemplos relacionados com a representação de números reais no ciclo trigonométrico e as suas projeções.

Parece clara a intenção em direcionar, sempre que possível, os exemplos para situações práticas, encontradas no cotidiano do aluno, de modo coerente com a proposta de utilização de conteúdos significativos. Evidentemente que a aplicação dos conceitos sempre estará permeada de cálculos que envolvam expressões algébricas, resolução de equações e sistemas, também objetivos da PCEM.

2- (PCNEM) Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM)[7] são textos sem caráter normativo, que têm como objetivo facilitar a organização do trabalho pedagógico da escola. Para atingir esta finalidade, o texto sugere um conjunto de práticas educativas que possibilitarão a articulação de competências gerais desejadas para os alunos.

Desde 1996, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), regulamentada em 1998 pelas Diretrizes do Conselho Nacional de Educação, tem como objetivo a democratização social e cultural da educação, procurando aumentar a quantidade de estudantes que completa o ensino médio, de modo a minimizar os efeitos ocasionados pela exigência de capacitação cada vez maior, exigida para se ingressar no mercado de trabalho atual.

O ensino médio passou a ser entendido como uma etapa conclusiva da educação básica e não uma etapa preparatória, quer para o exercício profissional ou para uma etapa universitária posterior.

Os currículos destinados à preparação para uma etapa universitária posterior tratavam as disciplinas de forma isolada, entendendo que a aprendizagem de cada conteúdo era suficiente e necessária para o prosseguimento dos estudos, e que a contextualização ou o sentido prático dos conhecimentos adquiridos nessas disciplinas estanques seria observada depois, na etapa universitária.

Os currículos destinados à preparação para a atividade profissional focavam as disciplinas no ensino de atividades práticas, voltadas para as atividades produtivas com visível prejuízo para a formação geral.

Pretende-se que o ensino médio prepare o estudante para a vida, considerando-o um cidadão capacitado para um aprendizado permanente, quer no ambiente acadêmico, quer no ambiente profissional. Para tanto, o estudante que

7 Em 1999 foi editado o PCNEM (Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio) que representava a carta de intenções governamentais para o nível médio de ensino servindo, desde então, como orientação para a produção do conhecimento nas instituições educacionais. Em 2000 foi editado o PCNEM+ (Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais), com o acréscimo de exemplos práticos, com objetivo de facilitar que as finalidades desses documentos fossem atingidas.

conclui o ensino médio deve adquirir habilidades gerais que, segundo o PCN, envolvem (BRASIL, 1999, p.20):

- saber se informar, comunicar-se, argumentar, compreender e agir;
- enfrentar problemas de diferentes naturezas;
- participar socialmente, de forma prática e solidária;
- ser capaz de elaborar críticas ou propostas; e,
- especialmente, adquirir uma atitude de permanente aprendizado.

Os PCNEM nomeiam de “As Ciências da Natureza e a Matemática” uma mesma área do conhecimento formada pela Biologia, Física, Química e a Matemática, ciências que têm em comum a investigação da natureza e dos desenvolvimentos tecnológicos e compartilham linguagens para a representação e a sistematização do conhecimento de fenômenos ou processos naturais e tecnológicos (BRASIL, 1999, p.20).

As competências gerais que devem ser adquiridas pelos estudantes dessa área podem ser representadas pelo gráfico que segue:

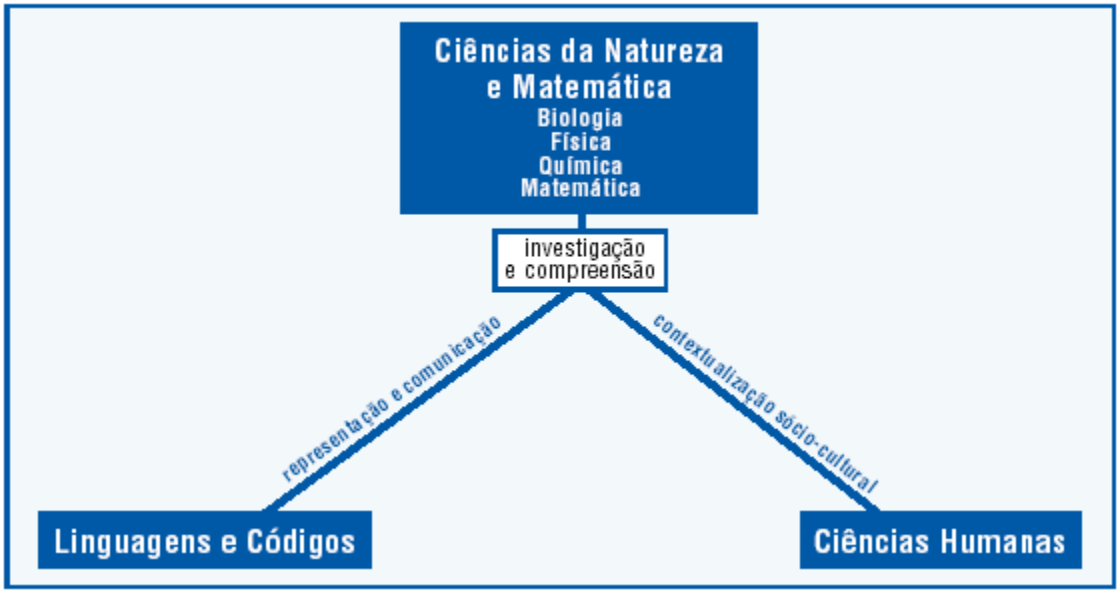


Figura 8: Competências Necessárias aos Alunos do Ensino Médio (BRASIL, 2002, p. 22).

Há a necessidade de se dominar a linguagem e o código comum a todas as ciências, seus símbolos, suas unidades, compreender diagramas, gráficos,

sentenças, etc. Essa necessidade, para ser suprida, exige que o estudante adquira uma competência geral de representação e comunicação.

O estudante deve, também, ser capaz de relacionar os conteúdos dessa área com outras áreas das ciências humanas e, para isso, deve desenvolver a competência da contextualização sócio-cultural.

Também é necessário que o estudante seja capaz de compreender e de lidar com instrumentos de investigação comuns às disciplinas dessa área, como conceitos e procedimentos partilhados pelas várias ciências, na investigação e na compreensão de diferentes processos naturais.

Especificamente para a área de Matemática, a orientação do PCNEM é no sentido de que o aluno a compreenda em seu caráter formativo, instrumental e também como ciência.

Em função de suas características, a Matemática pode contribuir no processo de formação do pensamento e no raciocínio dedutivo, além de desempenhar um papel instrumental para diversas atividades acadêmicas e também do cotidiano do estudante.

Neste sentido, os PCNEM ressaltam:

> Em seu papel formativo, a matemática contribui para o processo e aquisição de atitudes, cuja utilidade e alcance transcendem o âmbito da própria matemática, podendo formar no aluno a capacidade de resolver problemas genuínos, gerando hábitos de investigação, proporcionando confiança e desprendimento para analisar e enfrentar situações novas, propiciando uma visão ampla e científica da realidade, a percepção da beleza e da harmonia, o desenvolvimento da criatividade e de outras capacidades pessoais (BRASIL, 1999, p.40).

O caráter instrumental da Matemática fica evidenciado quando o aluno a compreende como um conjunto de técnicas e estratégias que poderão ser contextualizadas e aplicadas, em momentos oportunos, para auxiliar em outras áreas do conhecimento ou na sua vida profissional.

A Matemática deve ser entendida também como ciência, com suas características específicas, sendo necessário que o aluno compreenda seus conceitos e sua evolução teórica.

Cumprindo plenamente esses requisitos, fornecendo ao aluno a possibilidade de compreender a Matemática no seu caráter formativo, instrumental e como ciência, fica evidenciada, no texto do PCNEM, a exigência de se preparar o aluno para a vida. Deste modo, há a necessidade de o aluno aprender a aprender, fazendo desta habilidade uma constante em toda a sua vida acadêmica e profissional.

Esta necessidade de atualização constante fica mais clara quando os conhecimentos adquiridos pelo aluno são confrontados com a rápida evolução tecnológica com a qual convivemos atualmente. Novas tecnologias são disponibilizadas a todo tempo, e sua compreensão e utilização passam a ser requisitos para que o indivíduo possa usufruir plenamente de sua cidadania.

Deste modo, o Ensino Médio em todas as suas áreas, particularmente a Matemática, deve proporcionar oportunidades para que o aluno use recursos tecnológicos existentes e, mais que isso, tenha condições de aprender a usar novos recursos que serão disponibilizados.

Os PCNEM trazem três grandes temas, ou eixos estruturadores, que possibilitam, durante as três séries do ensino médio, a aquisição das competências almejadas em relação à Matemática. São eles:

1. Álgebra: números e funções.

2. Geometria e medidas.

3. Análise de dados.

O primeiro eixo trata da Álgebra. De acordo com o PCNEM+ (BRASIL, 2002, p.120):

> O primeiro tema ou eixo estruturador, Álgebra, na vivência cotidiana se apresenta com enorme importância enquanto linguagem, como na variedade de gráficos presentes diariamente nos noticiários e jornais, e também enquanto instrumento de cálculos de natureza financeira e prática, em geral. No ensino médio, esse tema trata de números e variáveis em conjuntos infinitos e quase sempre contínuos, no sentido de serem completos. Os objetos de estudo são os campos numéricos dos números reais e, eventualmente, os números complexos e as funções e equações de variáveis ou incógnitas reais. Para o desenvolvimento desse eixo, são propostas duas unidades temáticas: variação de grandezas e trigonometria.

Em relação à unidade temática “Variação de Grandezas”, os conteúdos e habilidades a serem adquiridos são (BRASIL, 2002, pp.122,123):

> •Reconhecer e utilizar a linguagem algébrica nas ciências, necessária para expressar a relação entre grandezas e modelar situações-problema, construindo modelos descritivos de fenômenos e fazendo conexões dentro e fora da Matemática.
>
> •Compreender o conceito de função, associando-o a exemplos da vida cotidiana.
>
> •Associar diferentes funções a seus gráficos correspondentes.
>
> •Ler e interpretar diferentes linguagens e representações envolvendo variações de grandezas.
>
> •Identificar regularidades em expressões matemáticas e estabelecer relações entre variáveis.

Especificamente em relação à Trigonometria, a orientação do PCNEM+ é no sentido de se buscar as seguintes habilidades e competências (BRASIL, 2002, pp.122,123):

> •Utilizar e interpretar modelos para resolução de situações-problema que envolvam medições, em especial o cálculo de distâncias inacessíveis, e para construir modelos que correspondem a fenômenos periódicos.
>
> •Compreender o conhecimento científico e tecnológico como resultado de uma construção humana em um processo histórico e social, reconhecendo o uso de relações trigonométricas em diferentes épocas e contextos sociais.

A importância da Trigonometria fica evidenciada por ser considerada uma das unidades temáticas desta área. Esta importância justifica-se pelo seu estudo como unidade própria, também pelo seu caráter interdisciplinar, relacionando-se com várias outras áreas de conhecimento, além de fornecer importante conteúdo para a sua contextualização sócio-cultural através da análise histórica de sua evolução.

O PCNEM+ procura encaminhar o estudo da Trigonometria para aplicações práticas, na resolução de problemas, particularmente para a obtenção de medições de distâncias inacessíveis e como instrumento que permita construir modelos que representem fenômenos periódicos. Além disso, a Trigonometria deve

ser estudada também como um conceito que permitiu avanços tecnológicos significativos em diversas épocas da história.

Apresentada desta maneira, a Trigonometria deve deixar de ser vista como exclusivamente cálculos algébricos de identidades e equações para mostrar ao aluno que o ser humano pode resolver problemas de seu cotidiano, usando conhecimento matemático.

Evidentemente que, para que essa abordagem seja possível, há a necessidade de que o processo de ensino-aprendizagem seja revisto. O aluno não terá condições, por si só, de adquirir as competências que os PCN pretendem que sejam adquiridas, indícios suficientes para indicar que a formação de professores também deve ser avaliada neste contexto.

Neste sentido:

> A forma de ensinar é decisiva, pois é a forma como se organizam as atividades e a sala de aula, a escolha de materiais didáticos e da metodologia de ensino que permitirão o trabalho simultâneo na direção dos conteúdos e das competências" (DINIZ e SMOLE, 2002).

Os conteúdos específicos devem continuar objetos de estudo, mas de modo conjunto com a busca pelo desenvolvimento das competências. Somente desse modo, propiciando uma educação em que o aluno aprenda a aprender, poderemos possibilitar que os alunos de hoje estejam preparados para acompanhar as mudanças aceleradas pelas quais nossa sociedade vem passando, principalmente em termos tecnológicos.

É improvável que possamos, hoje, prever quais serão as habilidades e competências requeridas quando os alunos estiverem inseridos plenamente no mercado de trabalho e no contexto social daqui a dez ou vinte anos. Não há como prepará-los para essas necessidades, simplesmente por não se saber, com certeza, quais serão elas.

O caminho sugerido pelos PCNs parece sensato. Não havendo forma de prever as necessidades futuras em função da velocidade com que as tecnologias mudam o contexto de nossas vidas, a educação deve garantir que os alunos tenham consciência e familiaridade com essas mudanças, além de capacidade de

compreendê-las e contextualizá-las, adquirindo, por si próprios, as novas competências necessárias em um processo contínuo de adaptação.

Capítulo 2 – Fundamentação Teórica

Formação de conceitos

A indicação dos PCNs e das Propostas Curriculares do Ensino Médio da SEE para que os conteúdos educacionais sejam contextualizados, de modo que se favoreça uma aprendizagem significativa, exige a adoção de estratégias educacionais embasadas em teorias de aprendizagem que considerem essa abordagem, caso contrário, os alunos poderão apresentar conceitos apenas memorizados de forma arbitrária.

Essa preocupação com a forma com que os alunos adquirem os conceitos trabalhados em sala de aula foi estudada por Klausmeier e Goodwin, considerando como base que os fenômenos cognitivos do ser humano não se produzem de modo independente dos demais fenômenos psíquicos.

Essa abordagem cognitivista existente na teoria de Klausmeier e Goodwin considera o aluno inserido em um meio social e interagindo com ele; portanto, para que se possa compreender como o aluno irá adquirir um determinado conceito, há de se considerar como e em que condições esse aluno interage com o ambiente em que está inserido. Neste sentido:

> a maneira como a aprendizagem acontece é diferente da maneira como o aluno irá incorporar essa nova aprendizagem, possibilitando uma maior ou menor retenção do material aprendido e uma maior ou menor transferência dessa aprendizagem para novas situações e posterior uso (BRITO, 2001, p. 72).

Klausmeier e Goodwin realizaram, nos anos sessenta e setenta, pesquisas sobre a formação e o ensino de conceitos, utilizando como sujeitos alunos de diversos anos, observados em sala de aula. Grande parte da sua pesquisa foi direcionada ao conceito de triângulo eqüilátero.

Klausmeier e Goodwin definiram os conceitos de acordo com suas propriedades ou atributos definidores, que podem diferenciá-los ou relacioná-los a outros conceitos. De acordo com esse autor: “definimos conceito como uma informação ordenada sobre as propriedades de uma ou mais coisas – objetos,

eventos ou processos – que torna qualquer coisa ou classe de coisas capaz de ser diferenciada de, ou relacionada com outras coisas ou classe de coisas" (KLAUSMEIER E GOODWIN, 1977, p.312).

Para este autor, existem dois tipos de conceitos, a saber, conceito como **construto mental** e conceito como **entidade pública**.

Entendido como entidade pública, o conceito refere-se àquilo que a sociedade ou que os membros de determinado grupo aceitam. São os conceitos que aparecem nos livros, dicionários; especificamente para a Trigonometria, os conceitos de triângulo, triângulo retângulo, seno, cosseno, tangente, etc., tais como apresentados nos livros didáticos e verbalizados nas salas de aulas pelos professores.

O conceito, entendido como construto mental, é aquele decorrente da experiência que o indivíduo já possui e refere-se às idéias que cada um desenvolve a respeito de um objeto, um processo, um evento. No caso da Trigonometria, o indivíduo pode ter adquirido conceitos básicos através de experiências particulares na escola ou mesmo fora dela; por exemplo, ouvindo alguém falar sobre determinado assunto.

Segundo Klausmeier e Goodwin (1977), conceitos relacionam-se com outros conceitos, formando o que ele denomina de **princípio**. Sendo uma relação originada dos conceitos, os princípios também podem ser classificados tanto como construto mental, já que os indivíduos podem atribuir a eles significado próprio, quanto como entidade pública, pois podem ter significados aceitos por grupos específicos ou pela sociedade.

Para Klausmeier e Goodwin (1977), os conceitos possuem oito atributos definidores. O autor ressalta que os seis primeiros referem-se também aos princípios. São eles:

- **Aprendibilidade:** Os conceitos que podem ser ensinados através de exemplos concretos podem ser aprendidos pelos indivíduos de modo mais fácil do que os conceitos mais abstratos. Por exemplo, o conceito de tangente deve ser aprendido mais facilmente quando relacionado a atividades concretas do ser humano, como a medição de distâncias

inacessíveis, do que quando relacionado exclusivamente como razão algébrica de outros conceitos.

- **Perceptividade de exemplos:** Os indivíduos podem aprender mais facilmente os conceitos que podem ser exemplificados com situações, formas ou objetos reais, presentes no mundo. Por exemplo, as relações existentes no triângulo retângulo relacionam-se com conceitos que podem ser aprendidos de modo mais fácil quando fica evidenciado que este modelo está representando situações reais, como as sombras projetadas por objetos perpendiculares ao solo.
- **Utilidade:** A aprendizagem de um conceito pode ser facilitada se o indivíduo relacioná-lo com alguma necessidade ou aplicação cotidiana. Isto é, se o indivíduo puder atribuir a ele significado prático, entendendo como ele pode ser aplicado para ajudar a resolver problemas com os quais ele convive. A Trigonometria é particularmente rica em exemplos deste tipo. Sua aplicação em atividades cotidianas foi o fato que motivou o seu estudo e conferiu-lhe a importância que tem hoje no currículo escolar. Como exemplo, pode ser identificada sua aplicação para a Astronomia e para a Navegação.
- **Validade:** A validade de um conceito está vinculada à aquiescência de especialistas naquela determinada área. A própria história da Trigonometria acaba por conferir esta validade aos seus conceitos. Estudados desde 1600 a.C., seus conceitos são, hoje, plenamente aceitos pela comunidade científica.
- **Generalidade:** Os indivíduos relacionam e organizam muitos dos seus conceitos hierarquicamente em estruturas taxonômicas. Dessa maneira, quanto mais alta a posição de um conceito dentro de uma mesma taxonomia, mais geral ele será em termos do número de conceitos subordinados.
- **Importância:** Como os conceitos podem relacionar-se com outros, há a necessidade de que sejam ensinados em ordem de importância, de modo a garantir que os conceitos necessários para a formação de outros sejam aprendidos previamente. A necessidade de se

compreender conceitos mais simples para, posteriormente, compreender os mais complexos, exige que esses conceitos sejam assimilados em uma ordem hierárquica correta. Exemplificando, não sabendo o conceito de ângulo, é improvável que o aluno possa compreender o conceito de triângulo retângulo.

- **Estrutura:** Os conceitos possuem uma estrutura definida pela relação de seus atributos definidores. Por exemplo, pode ser afirmado que um triângulo qualquer somente será triângulo retângulo, se tiver um ângulo reto.
- **Numerosidade de exemplos:** Quando determinado conceito é ensinado, é conveniente que seja apresentada aos alunos uma grande quantidade de exemplos, se existirem. Deste modo, pretende-se garantir que cada aluno possa aprender de modo mais significativo, em função da familiaridade que tem com o exemplo. Após fixados os exemplos, é recomendado que sejam apresentados não-exemplos, facilitando a fixação do conceito estudado. No caso da Trigonometria, pode ser apresentado ao aluno uma grande quantidade de triângulos, com ângulos internos diferentes, de modo que ele possa perceber que, quando um dos ângulos é reto, o triângulo formado é chamado de triângulo retângulo.

Com base nos dados obtidos em suas pesquisas, Klausmeier e Goodwin (1977) estudaram a aquisição e os níveis de formação dos conceitos e elaboraram um método instrucional, que tinha como objetivo facilitar a aprendizagem dos conceitos (BRITO, 2001, p.94).

O referido modelo, apoiado nos estudos de Piaget, Ausubel, Flavell, Burner e Kagan, é chamado por Klausmeier e Goodwin (1977) de **modelo de aprendizagem cumulativa** e confere aos conceitos papel fundamental no desenvolvimento e no desempenho intelectual (BRITO, 2001, p. 80).

O modelo analítico-descritivo da aprendizagem e desenvolvimento conceitual de Klausmeier e Goodwin (1977) tem sido usado para o estudo dos diferentes níveis de formação de conceitos em sala de aula. Este modelo parte do princípio de que o desenvolvimento cognitivo é resultado de mudanças progressivas

e ordenadas nas estruturas cognitivas, nos comportamentos observáveis ou passíveis de interferência. Essas mudanças, segundo esse autor, ocorrem durante toda a vida; porém, de forma acentuada no período compreendido entre o nascimento e a maturidade.

Para este autor, essas mudanças na estrutura cognitiva permitem que os conceitos sejam formados em quatro níveis sucessivos:

- **Nível concreto:** Refere-se às situações em que o indivíduo reconhece um determinado objeto por recordar-se de suas características perceptíveis, oriundas de um contato anterior com este objeto. Por exemplo, uma vez que se tenha mostrado um triângulo ao indivíduo, espera-se que, após algum tempo, ele possa reconhecê-lo.
- **Nível de identidade:** Após o conceito ter sido formado no nível concreto, o indivíduo reconhece um objeto como sendo o mesmo previamente encontrado, mesmo que este objeto seja observado de uma perspectiva física diferente ou num aspecto sensorial, tal como ouvir ou ver. A formação no nível de identidade envolve tanto discriminar várias formas de outros objetos, como também generalizar as formas equivalentes. O conceito formado neste nível pode ser observado, como exemplo, se o indivíduo consegue reconhecer triângulos, independente de suas formas, seus tamanhos.
- **Nível classificatório:** A formação de um conceito no nível classificatório é posterior à formação deste conceito no nível de identidade. O indivíduo, quando forma um conceito no nível classificatório, deve ser capaz de reconhecer que todas as variações de triângulos apresentadas referem-se a uma mesma classe.
- **Nível formal:** O indivíduo que forma um conceito neste nível, o mais elevado na proposta de Klausmeier e Goodwin (1977), deve ser capaz de fazer definições, considerando, para tanto, os atributos definidores do conceito, os seus exemplos, os não-exemplos e as relações entre os conceitos. Seguindo a exemplificação com o conceito de triângulos, o indivíduo deverá ser capaz, neste nível, de definir um triângulo,

identificar seus atributos definidores e indicar exemplos e não-exemplos.

Há de observar que o autor desse modelo ressalta que nem todos os conceitos possuem as características necessárias aos quatro níveis sucessivos de desenvolvimento conceitual, podendo ocorrer que um determinado conceito seja adquirido apenas em um dos quatro níveis propostos. Neste sentido:

> Alguns conceitos têm somente um exemplo, como por exemplo, a lua da terra. Outros não possuem exemplos observáveis, por exemplo, átomo, eternidade e alma. Outros são definidos em termos de uma única dimensão, como áspero e fino ou em termos de relações, por exemplo, sul, entre e acima. Mas alguns dos níveis são aplicáveis a estes tipos de conceitos. Por exemplo, o nível de identidade é aplicável aos conceitos que apresentam um exemplo ou exemplos idênticos; o nível classificatório é aplicável aos conceitos com uma única dimensão ou que expressam uma relação e o nível formal é para aqueles conceitos que não possuem exemplos classificáveis e/ou observáveis (BRITO, 2001, p. 82).

A aplicação desse modelo, proposto por Klausmeier e Goodwin (1977), fica evidenciada, no ambiente escolar, se considerarmos que ainda predominam, em muitas escolas, métodos que enfatizam mais a memorização arbitrária dos conceitos, do que a sua compreensão (BRITO, 2001, p.86).

Ensinando conceitos com estratégias que priorizam a memorização dos mesmos, costuma ocorrer que até mesmo os alunos que obtêm boas notas por ocasião das provas não conseguem reter por muito tempo os conceitos aprendidos e dificilmente conseguem aplicá-los na resolução de problemas muito diferentes dos resolvidos por ele durante as aulas.

O problema do ensino de conceitos com essa característica de memorização arbitrária é particularmente agravado quando eles se referem à Matemática. Se esses conceitos forem ensinados aos alunos em sua forma final, desvinculado de outros conceitos e sem relação com o cotidiano do aluno, provavelmente os alunos irão memorizá-los para satisfazer as necessidades urgentes de avaliações, carregando consigo grandes dificuldades para as séries posteriores, em que tais conceitos podem ser necessários. Por exemplo, o aluno pode memorizar que a tangente de um ângulo é a razão entre o valor do seno e do

cosseno deste ângulo, sem conseguir identificar essa relação quando lhe é proposto que encontre a altura de um poste, sendo fornecidos o comprimento da sombra projetada e o ângulo de visada.

Os conceitos matemáticos devem ser estudados de modo a permitir que o aluno compreenda a sua aplicabilidade no seu cotidiano. O aluno deve perceber que muitas decisões que ele tem que tomar diariamente envolvem conceitos matemáticos; muitos problemas com os quais ele se depara com freqüência são resolvidos através da aplicação de conceitos matemáticos, mesmo que ele os resolva sem ter exatamente essa percepção.

Diante dessa realidade, é necessário que os professores tenham perfeito domínio sobre os conceitos que pretendem ensinar e, mais ainda, é necessário que saibam diferentes maneiras de ensiná-los, pois, assim, existem garantias maiores de que os alunos os aprenderão de modo significativo.

Klausmeier e Goodwin (1977), indicaram alguns procedimentos que, caso adotados pelos professores, poderiam auxiliar no ensino de conceitos de modo significativo. São eles:

- **Identificar o nível em que o aluno pode formar o conceito:** O primeiro procedimento indicado para os professores é tentar identificar se o aluno forma o conceito estudado no nível concreto, de identidade, classificatório ou formal. Essa medida é necessária, pois, certamente, influenciará a estratégia adotada pelo professor.
- **Ensinar uma estratégia para formar o conceito:** Com esse procedimento, o professor estará ensinando ao aluno que ele deve, além de observar e de se lembrar das propriedades perceptíveis dos conceitos, também ficar atento aos seus atributos definidores, seus exemplos e contra-exemplos.
- **Programar uma seqüência adequada de conjuntos de exemplos e não-exemplos para o ensino e avaliação do conceito:** Esse procedimento deverá garantir que o aluno não adquira uma concepção errada do conceito, confundindo seus exemplos com os seus não-exemplos. Além disso, deve evitar, também, que o aluno incida em erros de subgeneralização, ou supergeneralização. O primeiro caso

ocorre quando existem poucos exemplos ou muito semelhantes. O segundo caso ocorre quando são apresentados poucos não-exemplos ou quando eles são muito parecidos.

- **Tornar claro os atributos definidores do conceito:** Os alunos devem conhecer os atributos definidores do conceito; porém, a orientação é no sentido de o professor incentivar e disponibilizar meios para que os alunos verifiquem o conceito por si próprios, devendo ser evitado fornecê-los em uma forma já pronta.
- **Estabelecer uma terminologia correta para o conceito e seus atributos:** O professor deve cuidar de somente apresentar a definição de um conceito ao aluno quando este aluno se encontrar em um nível apropriado de aprendizagem. Desta maneira, fornecer nomes para o conceito e para seus atributos definidores pode ajudar o aluno a atingir mais facilmente o nível apropriado de aprendizagem, compreendendo de forma melhor o conceito.
- **Fornecer "feedback informativo":** Enquanto o aluno encontra-se aprendendo os conceitos, isto é, sucessivamente mudando de nível de aprendizagem, o professor deve cuidar para que ele possa verificar, a cada passo, se o caminho escolhido está ou não correto. Esse direcionamento no modo de pensar do aluno deverá evitar que ele persista em considerar respostas inadequadas, o que, certamente, dificultará o processo de aprendizagem.
- **Propiciar o uso do conceito:** A escola deve incentivar o uso dos conceitos para a resolução de problemas, adotando, assim, uma abordagem tanto de conhecimento declarativo, quanto de conhecimento de procedimentos.
- **Encorajar e orientar a descoberta e a auto-avaliação:** A orientação é que o professor prefira apresentar, aos alunos, tarefas desafiadoras, de modo que eles sejam incentivados a participar ativamente na construção do conhecimento. Devem ser preteridas as atividades que apresentem os conceitos já prontos. O professor deverá atuar, em determinadas situações, como um orientador, encorajando o aluno a

descobrir generalizações do conceito. O uso de livros, computadores e outros materiais podem encorajar o aluno a ter esse tipo de atitude.

Klausmeier e Goodwin (1977) consideram esses procedimentos como sugestões para a atuação dos professores, não descartando o uso de outras estratégias que possam resultar em uma aprendizagem significativa.

O autor considera, também, que o professor enfrentará um processo mais trabalhoso para preparar suas aulas com essa abordagem. Isso implica a necessidade de mais tempo para preparar atividades apropriadas bem como a necessidade de disponibilidade de excelentes materiais de ensino. Somente desse modo, as atividades em sala de aula poderão propiciar aos alunos a formação de conceitos que serão posteriormente utilizados para a aprendizagem de princípios e na resolução de problemas.

A importância que Klausmeier e Goodwin (1977) atribuem à resolução de problemas é bastante grande. Para estes autores, o ato de resolver problemas torna a espécie humana capaz de se adaptar ao ambiente físico e de modificá-lo.

A relação de dependência que a resolução de problemas apresenta em relação à aprendizagem de conceitos também é clara na obra de Klausmeier e Goodwin (1977), que consideram que o aluno provavelmente terá dificuldades em solucionar problemas envolvendo algum conceito que ele não conheça bem.

Compreender como o aluno forma os conceitos trigonométricos, neste trabalho, sob a ótica de Klausmeier e Goodwin, permite que o professor escolha estratégias educacionais apropriadas para cada caso, o que pode propiciar mais eficiência no processo de ensino-aprendizagem da Trigonometria.

Resolução de problemas

Quando um indivíduo se depara com um obstáculo que o impede de prosseguir na direção de um objetivo desejado, provavelmente, ele se dedicará a tentar superá-lo. A primeira alternativa para este indivíduo é resgatar, rapidamente, da sua memória, alguma resposta que possa levá-lo a desvencilhar-se do referido obstáculo. Se isso não for possível, resta ao indivíduo tentar superá-lo através de uma atividade intelectual.

Sternberg (2000) estudou essa atividade intelectual e propôs um modelo que pretende mostrar quais são as etapas pelas quais o indivíduo passa, na tentativa de superar o obstáculo que o impede de prosseguir. O nome dado a este modelo foi **ciclo de resolução de problemas**.

Inicialmente, Sternberg ressaltou o que deve ser entendido por **problema** ou **situação problema**. Para este autor, somente existe situação problema se o indivíduo não consegue recuperar de sua memória, de modo imediato, alguma solução para o obstáculo. Se isso acontece, não se pode falar em "ciclo de resolução de problemas", pois o indivíduo não executará operação alguma, além de resgatar instantaneamente algo que ele já sabia.

Não havendo esse resgate imediato da solução desejada, Sternberg considera que o indivíduo iniciará um ciclo mental, composto por sete etapas distintas, na tentativa de resolver o problema que a ele se apresenta. As etapas do ciclo de resolução de problemas, de acordo com Sternberg (2000, p.307), são:

- **Identificação do problema:** A primeira etapa é identificar que existe uma situação problema e qual é ela. O indivíduo pode não perceber que existe um obstáculo a ser superado, ou ainda, imaginar que conhece uma solução, sem perceber que ela não funciona.
- **Definição e representação do problema:** Sternberg considera esta etapa como crucial. Uma vez identificado um problema, o indivíduo deve defini-lo e representá-lo com a maior precisão, pois, caso contrário, será "muito menos capaz de resolvê-lo".

- **Formulação da estratégia:** Depois de definir e representar o problema, o indivíduo planejará uma estratégia para tentar resolvê-lo. Sternberg identifica dois pares de estratégias que podem ser usadas de modo independente, dependendo da natureza do problema e das preferências pessoais do indivíduo.

  O primeiro desses pares de estratégias é o conjunto análise e síntese. "A análise consiste na decomposição da totalidade do problema complexo em elementos manuseáveis. A síntese consiste na reunião de vários elementos para organizá-los em algo útil.".

  O outro par de estratégias considerado por Sternberg refere-se ao pensamento divergente, em que o indivíduo tenta gerar um agrupamento diferente das possíveis soluções alternativas para um problema; e ao pensamento convergente, em que o indivíduo tenta reduzir as várias possibilidades, até convergirem numa única e mais provável resposta, que será experimentada em primeiro lugar, por acreditar ser a solução do problema.

- **Organização da informação:** Nesta etapa, o indivíduo organiza estrategicamente a informação, para que esta fique disposta do modo mais conveniente para a execução da estratégia escolhida.

- **Alocação de recursos:** Quando empenhado na resolução de um problema, o indivíduo deve considerar quais os recursos de que ele dispõe e em que quantidade isso ocorre. Após esta constatação, o indivíduo deve alocar esses recursos disponíveis na forma que mais o favorecer. Sternberg (2000, p.308) considera como "recursos" qualquer parâmetro que possa ser utilizado na resolução de problemas, incluindo tempo, dinheiro, equipamento, espaço e assim por diante.

- **Monitoração:** Durante o "ciclo de resolução de problemas", o indivíduo deve conferir, o tempo todo, se está se aproximando do resultado. Caso conclua que não, novos rumos podem ser tomados, não havendo necessidade de esperar que a solução proposta seja testada até o fim, o que acarretaria perda de tempo.

- **Avaliação**: Trata-se da última etapa proposta por Sternberg. Após aplicar uma solução até o final, o indivíduo necessita testá-la para verificar se ela realmente conseguiu cumprir sua finalidade, superando o obstáculo apresentado.

A Figura 9, apresentada em seguida, representa o "ciclo de resolução de problemas" proposto por Sternberg.

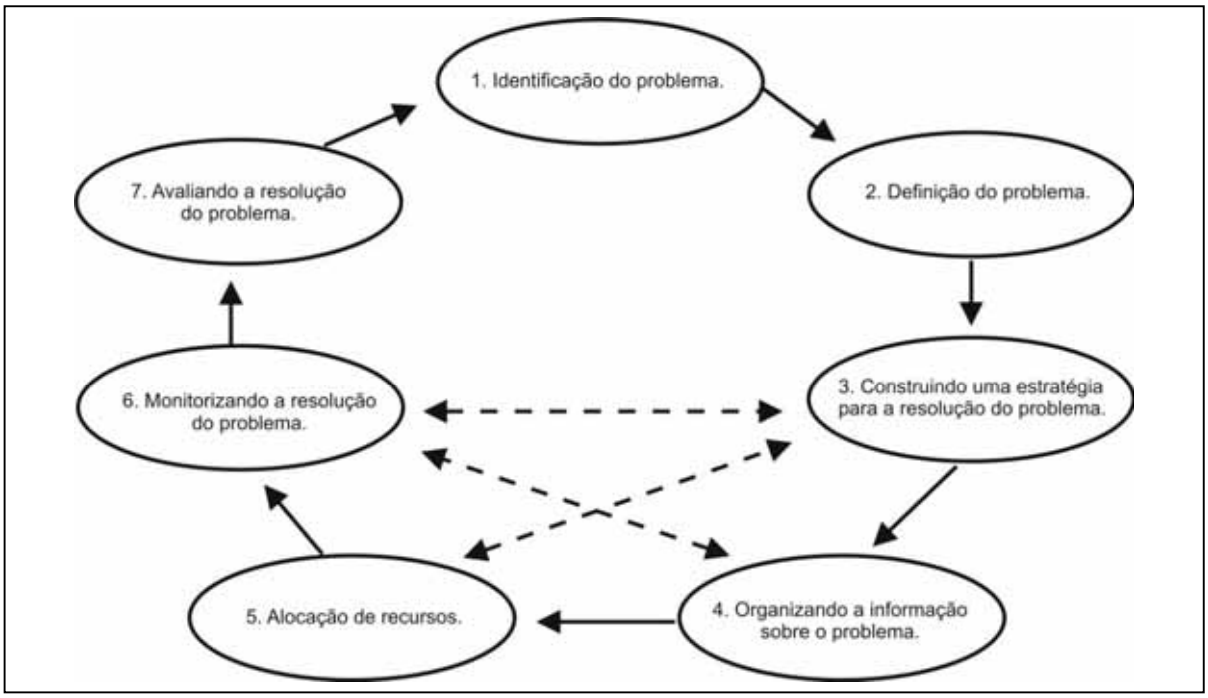


Figura 9: Ciclo de Resolução de Problemas (STERNBERG, 2000, p. 307).

Como exemplo, vamos supor que um indivíduo necessite comprar fio para instalar uma lâmpada no alto de uma igreja. Este indivíduo necessita saber qual a metragem necessária de fio para que seja possível realizar a instalação, sendo que a altura da igreja é desconhecida e de difícil medição.

Para Sternberg (2000), o passo inicial é o indivíduo reconhecer que se encontra diante de um problema. Ele não sabe a altura da igreja, não conhece quem saiba. Ele não pode medir esta altura usando meios diretos, como trenas ou réguas e não quer "arriscar" comprar quantidade errada de fio.

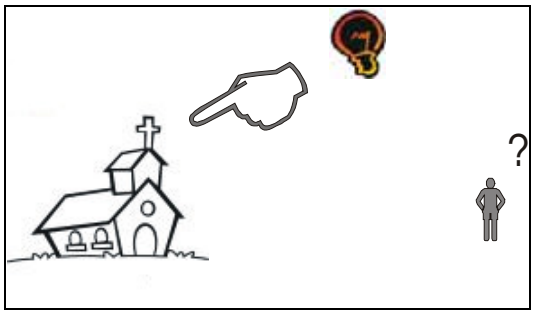


Figura 10: Etapa 1- Identificação do Problema.

A segunda etapa para a resolução deste problema, de acordo com Sternberg, ocorre quando o indivíduo tenta definir e representar o seu problema. No caso, o indivíduo poderia tentar representar graficamente o problema, desenhando um esquema que o represente com o maior número de detalhes possível. Esta etapa é importante para que o indivíduo possa "visualizar" o problema que tenta resolver.

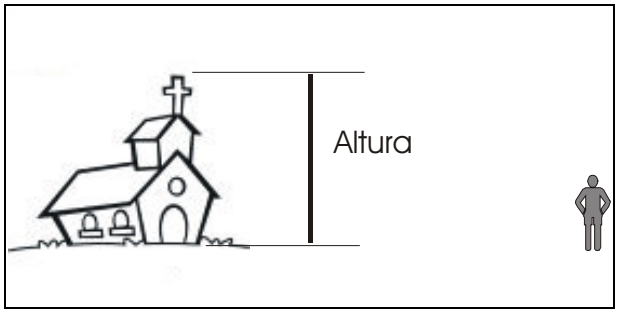


Figura 11: Etapa 2 - Definição e Representação do Problema.

A terceira etapa ocorre quando o indivíduo formula uma estratégia para resolver o problema. Neste exemplo, o indivíduo irá selecionar algumas dentre as alternativas que foi capaz de encontrar através de seu trabalho intelectual de análise e síntese. Para este exemplo, o indivíduo selecionou, como estratégia para resolver seu problema, a utilização de conceitos trigonométricos, uma vez que é possível medir a distância entre o observador e a igreja e também é possível obter o ângulo de visada (ângulo formado entre a horizontal representada pelo solo e a semi-reta com que o indivíduo vê a igreja).

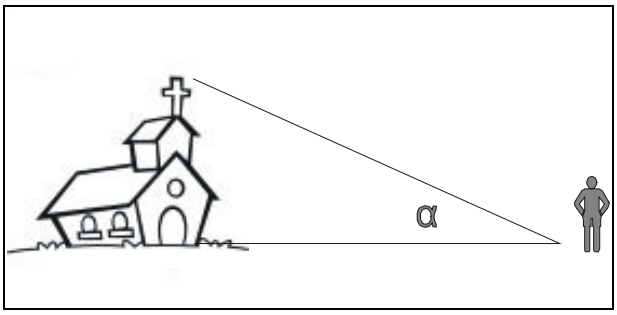


Figura 12: Etapa 3 - Formulação da Estratégia.

Escolhida a estratégia, o indivíduo inicia a quarta etapa, chamada por Sternberg (2000) de organização da informação. Agora o indivíduo irá representar as informações que possui em uma forma condizente com a estratégia escolhida.

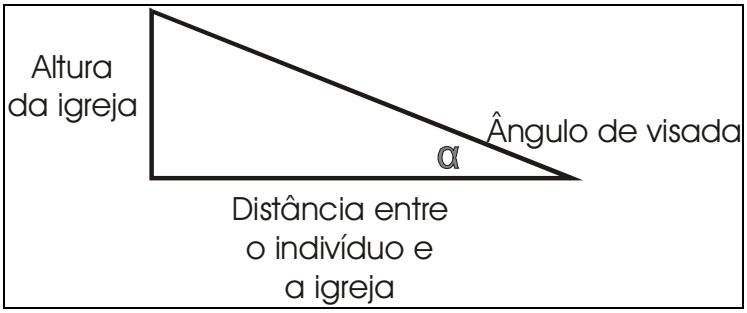


Figura 13: Etapa 4 - Organização da Informação.

Quando o indivíduo se preocupa em alocar recursos para tentar aplicar a estratégia escolhida e resolver o problema, ele está na quinta etapa. Neste exemplo, o indivíduo irá aplicar conceitos trigonométricos já conhecidos por ele para resolver o seu problema.

$$\text{Tg } \alpha = \frac{\text{Altura da igreja}}{\text{Distância entre o indivíduo e a igreja}}$$

Figura 14: Etapa 5 - Alocação de Recursos.

Durante o processo de resolução do problema proposto, o indivíduo irá monitorar os resultados parciais obtidos para assegurar-se de que se encontra no caminho correto. Esta atividade de monitoração é característica da sexta etapa.

- ✔ Obter o ângulo de visada.
- ✔ Calcular a tangente do ângulo de visada.
- ✔ Medir a distância entre o observador e a igreja.
- ✔ Calcular a altura da igreja.

Figura 15: Etapa 6 - Monitorização.

Por fim, na sétima etapa, o indivíduo deverá avaliar se o resultado encontrado é uma solução. No caso do exemplo, a metragem de fio comprada deverá ser suficiente para levar energia elétrica até o alto da igreja.

Figura 16: Etapa 7 - Avaliação.

O modelo proposto por Sternberg é chamada de “cíclico”, por prever que, após cada uma das etapas, o indivíduo pode redefinir o problema, reconhecendo nele novas formas, o que pode induzir a aplicação de novas estratégias. Além disso, durante o “ciclo de resolução”, o indivíduo pode obter mais recursos, de maneira a viabilizar outras tentativas. Dessa forma, sempre que houver alterações relacionadas com a resolução do problema, o ciclo pode ser reiniciado com uma outra configuração, sendo que este processo se repete até que uma solução definitiva seja encontrada.

O indivíduo pode avançar ou retroceder nas etapas do “ciclo”, à medida que novas informações são incorporadas, sejam elas oriundas da própria atividade mental desenvolvida durante a resolução do problema, ou mesmo novas informações que não estavam disponíveis (ou não haviam sido percebidas) anteriormente.

Sternberg considerou também, em seus estudos, a natureza dos problemas, classificando-os como **bem-estruturados** ou **mal-estruturados**. O primeiro tipo, chamado também de problema "bem definido", é aquele que apresenta caminho claro para a sua solução, e o segundo tipo, conhecido também por problema "mal definido", é aquele que não apresenta um roteiro bem definido para sua solução. O autor ressalva que, tratando-se de problemas no mundo real, não existe sempre um limite entre essas duas classes de problemas. Pelo contrário, "essas categorias podem apresentar um *continuum* de clareza na resolução de problemas" (STERNBERG, 2000, p.310).

Os problemas considerados "bem-estruturados", por possuírem um caminho lógico que conduz à sua resolução, podem ser resolvidos através de simulações computadorizadas. Elaborando um algoritmo[8] que possa resolver o problema, um pesquisador poderá compreender como um indivíduo humano resolve problemas similares.

A capacidade dos computadores em considerar enormes quantidades de combinações possíveis com uma grande velocidade torna-os particularmente adequados para resolver problemas desta categoria. Fornecendo ao computador um problema bem-estruturado e uma hierarquia de operações apropriadas em forma de algoritmos, ele é capaz de determinar as combinações de operações possíveis e escolher aquela que melhor resolve o problema.

O ser humano, ao contrário dos computadores, não consegue considerar enormes quantidades de informações e tratá-las em altíssima velocidade. Essa limitação da mente humana, no entanto, é compensada por "atalhos mentais denominados de heurísticas – estratégias informais, intuitivas e especulativas que, às vezes, levam a uma solução eficaz e, vez por outra, não" (STERNBERG, 2000, p.311).

A utilização de heurísticas por seres humanos é particularmente adequada na resolução de problemas mal-estruturados. Como esses não possuem um caminho definido que leva ao resultado, a estratégia para resolvê-los deve ser diferente. Nesses casos, costuma existir uma grande dificuldade em representar e

8 Algorítimo pode ser entendido como "seqüências de operações que podem ser usadas de modo repetido reiteradamente" (Sternberg, 2000).

definir o problema. Sendo assim, não há como elaborar um algoritmo que leve à solução, bem como torna-se igualmente difícil usar heurísticas.

Sternberg considera que, nessas situações, o ser humano pode ter uma compreensão clara e, às vezes, aparentemente súbita de um problema ou de uma estratégia que o ajuda a resolvê-lo. A essa condição denomina-se *insight*. O *insight* é fundamental para que se possa elaborar uma estratégia para a resolução de problemas, principalmente os mal-estruturados. O autor argumenta que o *insight* pode aparentar ser súbito, mas, muitas vezes, é fruto de esforços mentais anteriores.

Em seus estudos, Sternberg preocupou-se, também, em analisar fatores que dificultavam a resolução de problemas. Este autor cita pesquisa relacionada com problemas isomorfos desenvolvida por Kotovsky, Hayes e Simon (1985), em que são identificados quatro fatores que podem dificultar a resolução de problemas (STERNBERG, 2000, p.322):

1. A consideração de novidades, sejam elas objetos, fatos, regras, etc.
2. O aumento no número de regras.
3. Regras mais complexas.
4. Maior quantidade de regras que parecem ir contra o senso-comum.

Para Sternberg, a resolução de problemas é dificultada ou auxiliada em função de o solucionador adotar uma configuração mental, pré-estabelecida, como um modelo a ser usado em determinadas situações.

O autor destaca como dificuldades para a resolução de problemas:

- **Entrincheiramento:** Algumas pessoas apresentam tendências em utilizar estratégias, usadas no passado, com sucesso, na resolução de alguns problemas em outros casos. Entretanto, podem existir casos em que esta estratégia não leve à solução. Por exemplo, o aluno que usa o conceito de tangente para a resolução de problemas envolvendo cálculo de distâncias inacessíveis com sucesso, pode tentar o uso da mesma estratégia em algum outro problema, também relacionado com distâncias inacessíveis, cuja solução não pode ser obtida desse modo. Este é o caso em que o solucionador tem em mente uma configuração

mental entrincheirada, que ele certamente tentará utilizar, porém sem obter sucesso na resolução do problema.

- **Fixidez Funcional:** Refere-se à incapacidade do sujeito em usar uma estratégia para tentar resolver um problema, por vinculá-la a algum outro tipo de situação. A estratégia não é considerada por entender-se que ela é apropriada para solucionar um outro tipo de problema, sendo que a sua aplicação pode trazer sucesso para novas situações. Exemplificando, diante de um problema que envolva distâncias inacessíveis, como, por exemplo, calcular a distância da Terra até a Lua, o solucionador não considera a utilização de relações métricas no triângulo retângulo, por considerá-la aplicável a outra classe de problemas.
- **Transferência Negativa:** Termo oriundo dos psicólogos cognitivos, que descreve o transporte de uma habilidade ou conhecimento de uma situação problemática para outra. A transferência é dita negativa quando a resolução de um problema anterior dificulta mais a resolução de um outro problema posterior. Neste caso, o solucionador considera a experiência que teve na resolução de um problema quando diante de uma nova situação problema. Por exemplo, calculando a altura de um poste, sabendo o tamanho de sua sombra e o valor de um ângulo de visada, o solucionador pode transferir essa habilidade ou conhecimento na tentativa de resolver problemas posteriores, que, aparentemente, envolvam os mesmos parâmetros. Se o problema posterior for o cálculo da altura de um poste, porém sem que se saiba o ângulo de visada, o solucionador pode encontrar dificuldades (transferência negativa) em solucioná-lo, em razão dos resultados obtidos em problema anterior. Convém esclarecer que a transferência positiva ou negativa não está vinculada unicamente a problemas isomorfos e também independe de sucesso ou não na resolução dos problemas anteriores. Apenas existe um registro mental, por parte do solucionador, da experiência já vivida e uma conseqüência de dificuldade na experiência posterior.

O autor destaca como auxílios para a resolução de problemas:

- **Transferência Positiva:** Similar à transferência negativa, porém a experiência anterior resulta em facilidade na resolução de um problema posterior.
- **Incubação:** Quando o solucionador empenha-se na resolução de um problema, pode encontrar dificuldades em função de experiências anteriores. Uma maneira de minimizar este efeito é "colocar" o problema de lado por um tempo, não tentar resolvê-lo de modo consciente durante esse tempo. Esse procedimento que pode auxiliar na resolução de problemas é chamado, por Sternberg, de incubação. Durante esse tempo de incumbação, existe uma atividade mental subconsciente que, de acordo com o autor, não considera a transferência negativa da experiência anterior.

Sternberg analisa também a influência da *expertise* na resolução de problemas. O termo *expertise* refere-se aos especialistas em determinada área. O autor se interessa em saber qual o motivo que leva esses especialistas a resolverem problemas relacionados com a sua área de modo mais eficiente do que os principiantes. Aparentemente, os expertos diferem dos principiantes tanto na quantidade, quanto na forma de organizar os conhecimentos que possuem, mas muitas de suas estratégias são frutos de processos automáticos adquiridos juntamente com *expertise* na área. Colocados frente a problemas inéditos, a transferência negativa de experiências anteriores pode levar a uma dificuldade inicial maior (STERNBERG, 2000, p.337).

A criatividade do solucionador também é analisada por Sternberg. Entende-se por criatividade o processo de produzir algum coisa que, ao mesmo tempo, seja original e de valor. Sendo o solucionador de problemas capaz de grande criatividade, o processo de resolução de problemas pode ser facilitado.

Para o autor, a maioria dos pesquisadores concorda que a criatividade advém conjuntamente de inúmeras características individuais e das condições ambientais às quais o solucionador é exposto; por este motivo, a criatividade elevada é rara (STERNBERG, 2000, p.336).

Não havendo unicidade nas origens da criatividade, Sternberg indica alguns fatores que caracterizam as pessoas altamente criativas, fatores estes que encontram-se listados abaixo (STERNBERG, 2000, p.337).

- Motivação extremamente alta para ser criativa em determinado campo.
- Inconformidade em violar algumas convenções que possam inibir o trabalho criativo, tanto quanto dedicação à manutenção de padrões de excelência e de autodisciplina relacionada ao trabalho criativo.
- Crença profunda no valor de trabalhos criativos, bem como prontidão para criticar e melhorar o trabalho.
- Escolha cuidadosa dos problemas ou assuntos nos quais concentra a atenção criativa.
- Processos de pensamento caracterizados, ao mesmo tempo, pelo *insight* e pelo pensamento divergente.
- Vasto conhecimento no domínio relevante.
- Profundo compromisso com o esforço criativo.

A importância conferida à resolução de problemas é notada claramente no ambiente educacional, sobretudo no ensino da Matemática. Tanto os PCNs (BRASIL, 1999) e (BRASIL, 2002), quanto os Parâmetros Curriculares da Secretaria Estadual da Educação (SÃO PAULO, 1992), consideram a resolução de problemas como eixo estruturador do ensino.

O ensino baseado na resolução de problemas deve planejar situações que induzam os alunos na busca e na apropriação de estratégias adequadas não só para resolver questões escolares, como também para resolver problemas da realidade cotidiana. Não se deve somente ensinar a resolver problemas, mas também ensinar a propor problemas para si mesmo, problematizar a realidade, como caminho para a aquisição de conhecimento.

Especificamente na Matemática, essa abordagem da resolução de problemas resgata o seu próprio significado. Em grego, MATHEMA quer dizer aprendizagem. Ensinar matemática deveria, portanto, significar “ensinar a aprender”.

Um outro autor que estudou a resolução de problemas foi Mayer (1992). O enfoque do trabalho deste autor foi considerar que os indivíduos, quando diante de um problema a ser resolvido, necessitam de alguns tipos de conhecimentos específicos que podem tornar-se relevantes para o sucesso da resolução. Para este autor, os conhecimentos podem ser classificados da seguinte maneira:

Conhecimento Lingüístico: Refere-se ao conhecimento da língua materna, ao conhecimento do significado das palavras. Sem esse tipo de conhecimento, o indivíduo encontrará dificuldades em compreender o problema. O indivíduo deve ser capaz de compreender e interpretar o problema como premissa básica para poder solucioná-lo.

A importância do conhecimento lingüístico é defendida também por outros autores: "Compreender ou traduzir um problema matemático consiste em transformar a informação que consta nesse problema em termos matemáticos com os quais o aluno ou a pessoa que quer resolver a tarefa possam lidar" (POZO, 1988, p.53).

Conhecimento Factual: Refere-se ao conhecimento dos fatos que serão utilizados na resolução do problema. O indivíduo, para resolver algum problema, deve ter conhecimento de uma série de informações que foi provavelmente acumulando em sua vida toda. Como exemplo, para solucionar um problema que envolva unidades de medidas diferentes, o indivíduo deve ter conhecimento factual das unidades de medida (PIROLA, 2000).

Conhecimento de Esquema: Considerou que os esquemas descrevem o formato de um corpo de conhecimentos organizados na memória, isto é, seriam os esquemas os responsáveis pela estruturação do conhecimento. O indivíduo poderá encontrar maiores dificuldades na resolução de problemas, se não perceber que se trata de uma determinada classe de problemas que já conhece.

Conhecimento de Estratégias: Refere-se à capacidade que o indivíduo tem de saber como desenvolver um caminho que conduza à solução de um problema. Para alguns autores, as estratégias são formadas por estágios consecutivos que poderão facilitar a resolução de um problema. Polya (1994, *apud* PIROLA, 2000) descreveu quatro passos para a solução de um problema: compreensão do problema; estabelecimento de um plano; execução do plano e

retrospecto. Cada um desses passos está relacionado com o anterior através de uma verificação, o que confere uma configuração cíclica ao modelo proposto.

Conhecimento de Algoritmo: Para que o indivíduo tenha êxito na resolução de problemas, ele necessita de conhecimentos sobre os procedimentos que deseja usar. Esses procedimentos, uma vez estruturados e indicando precisamente quais operações devem ser realizadas e em qual seqüência isso deve acontecer, são os algoritmos. O indivíduo deve conhecer o algoritmo e, também, saber aplicá-lo e desenvolvê-lo de modo adequado para atingir a resolução do problema.

É importante considerar que a resolução de problemas está vinculada à existência de um objetivo a ser alcançado por um indivíduo. Para este indivíduo atingir seu objetivo, ele deve superar um problema que se encontra inserido em seu contexto particular. Dificuldades assumidas por alguns indivíduos simplesmente podem não existir para outros; o objetivo a ser alcançado pode, também, ser diferente para indivíduos diferentes. Essa característica contextualizada da resolução de problemas deve ser, sempre, considerada para que seja possível compreender como o indivíduo o resolve e, desse modo, permitir que o ensino-aprendizagem, baseado na resolução de problemas, seja mais produtivo.

Valente (1999c) analisou as diversas ações realizadas pelos alunos na atividade de programar o computador, usando uma linguagem de programação, e elaborou um modelo que explicasse como ocorre a aquisição de novos conhecimentos com o uso do computador e dos softwares. Esse modelo foi chamado de “ciclo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição”.

Este modelo cíclico, proposto por Valente (1999c, p. 93), pode ser representado pelas seguintes etapas:

1. Descrição da resolução do problema em termos da linguagem de programação.
2. Execução dessa descrição pelo computador.
3. Reflexão sobre o que foi produzido pelo computador.
4. Depuração dos conhecimentos por intermédio da busca de novas informações ou do pensar.

Completado o ciclo, ou seja, após o processo de depuração, o aluno encontra-se em um outro patamar de conhecimento e, se necessário, pode reiniciar o ciclo, agora com uma nova configuração inicial, repetidamente até atingir uma resposta favorável para o problema que se propunha resolver.

Valente utilizou em suas pesquisas o software LOGO, que permite a programação do computador, por considerar que este software apresenta características que facilitam a construção do conhecimento:

- Os comandos são relativamente fáceis de serem incorporados à estrutura mental já existente.
- O resultado da execução do programa é uma figura, o que facilita a interpretação, a reflexão e a depuração.

Valente salienta que outras linguagens de programação e mesmo outros softwares podem ser usados dentro do mesmo contexto e que o fator diferenciador entre eles é a facilidade que a linguagem de programação oferece em termos do "ciclo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição".

Em estudos posteriores, Valente observou que, muito embora a idéia de ciclo possa ser utilizada para representar como o computador pode ajudar um aprendiz a construir novos conhecimentos, esse modelo é limitado para explicar como se dá esse processo de aprendizagem. O motivo desta limitação é que, ao terminar um ciclo, o pensamento nunca é igual ao que existia no início da realização deste ciclo. Assim, a idéia mais adequada para explicar o processo mental dessa aprendizagem é uma espiral. (VALENTE, 2002), como exemplificado esquematicamente na Figura 17.

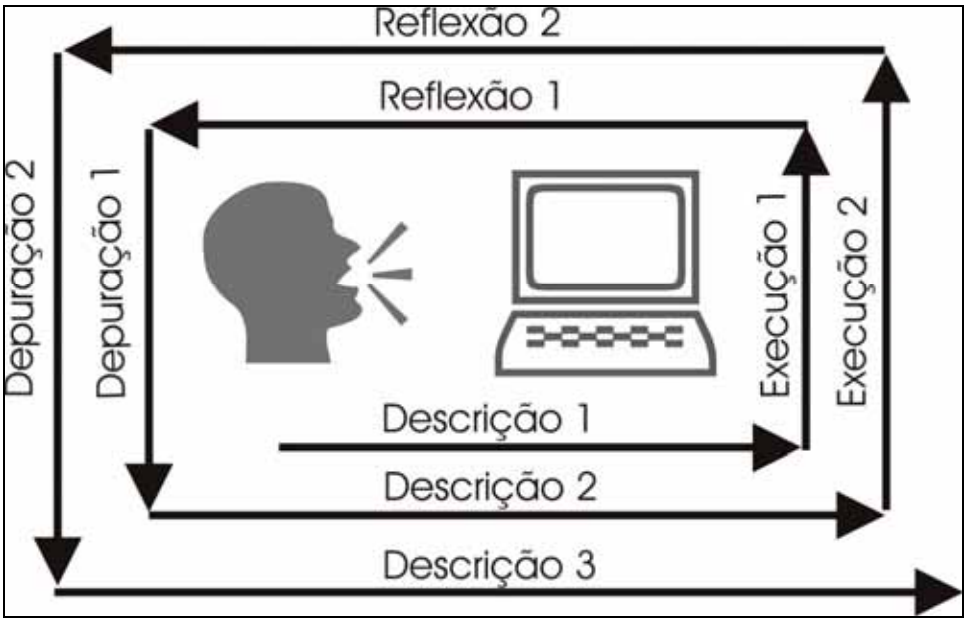


Figura 17- Espiral da Aprendizagem: Interação Aprendiz-Computador (VALENTE, 2002).

A representação espiral mostra com mais propriedade o processo de construção de conhecimento crescendo continuamente durante a interação do aprendiz com o computador.

Aprendizagem significativa

Nesta dissertação, o termo “aprendizagem significativa” deve ser compreendido com as características conferidas pela teoria desenvolvida por Ausubel e outros (1980). Para tanto, há necessidade de se apresentar, resumidamente, essas características.

David Ausubel elaborou, na década de sessenta, uma teoria que busca explicar como é o processo de aprendizagem segundo a ótica do cognitivismo, buscando explicar os mecanismos e procedimentos internos que ocorrem na estrutura cognitiva dos seres humanos. Essa compreensão pode ser importante para orientar a elaboração de estratégias educacionais mais eficientes.

Em seu trabalho, Ausubel (1980) preocupou-se mais com a aprendizagem verbal significativa, enfatizando a aprendizagem por recepção em razão de esta ser mais freqüente nas salas de aula, onde aulas expositivas favorecem a transmissão de conteúdos já prontos aos alunos.

Para este autor, a estrutura cognitiva do ser humano é o conteúdo total e organizado de idéias de um indivíduo. Para que esse indivíduo possa aprender significativamente as novas idéias ou conceitos, expressas simbolicamente, precisam relacionar-se à informações relevantes, previamente adquiridas.

Deste modo, Ausubel (1980) diferencia a maneira como a aprendizagem pode ocorrer, nominando-a de mecânica ou de significativa.

Ausubel (1980) chama de “aprendizagem mecânica” aquela em que as novas informações têm pouca ou nenhuma relação com os conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. A nova informação é armazenada de maneira arbitrária e não há interação entre ela e aquelas já armazenadas na estrutura cognitiva.

Em contrapartida, a aprendizagem é dita “significativa” para um indivíduo quando as novas informações interagem com conceitos já assimilados e sedimentados em sua estrutura cognitiva. Isto acontece quando a nova informação "ancora-se" nos conceitos relevantes, já existentes, permitindo o armazenamento de informações no cérebro, de forma altamente organizada, formando uma hierarquia

em que elementos mais específicos de conhecimentos são ligados (assimilados) a conceitos mais gerais (AUSUBEL, 1980).

Nesta concepção, estrutura cognitiva significa uma estrutura hierárquica de conceitos, em que os conceitos já existentes são chamados de “conceitos subsunçores”, ou simplesmente “subsunçores”.

Em seu estudo, Ausubel (1980) identificou dois grandes grupos de categorias que influenciam a aprendizagem significativa: a **intrapessoal** e a **situacional**.

A primeira categoria, chamada por Ausubel de **intrapessoal**, corresponde aos fatores internos dos alunos e pode ser subdividida em fatores cognitivos que referem-se às propriedades do conhecimento total adquirido em determinada área de estudo e em fatores afetivos-sociais que referem-se à disposição do aluno para uma aprendizagem significativa.

A segunda categoria, chamada de **situacional**, refere-se a variáveis externas ao aluno, como o currículo das disciplinas, os professores, a escola, e a natureza do material de aprendizagem.

Deste modo, para haver aprendizagem significativa, Ausubel considera necessário que existam duas condições (AUSUBEL,1980, p.34):

a) o aprendiz precisa ter uma disposição para aprender de modo significativo. Caso o indivíduo deseje memorizar o material arbitrária e literalmente, então a aprendizagem será mecânica;

b) o material a ser aprendido deve ser potencialmente significativo. Neste aspecto, Ausubel atribui aos materiais um significado lógico, que depende somente da natureza do material, e um significado psicológico, dependente da experiência que cada indivíduo tem. Cada aprendiz faz uma filtragem dos materiais que têm significado ou não para si próprio, portanto, o fato de ser ou não significativo passa a ser personalíssimo, variando não só em função das experiências educacionais, mas também em função de outros fatores, como idade, ocupação, condições sócio-culturais, entre outras (AUSUBEL, 1980, p.37).

A teoria desenvolvida por Ausubel (1980) estabelece que a aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa não são mutuamente excludentes, mas, ao contrário, ocorrem de modo contínuo.

Assim, quando um aprendiz adquire informações em uma área completamente nova, a aprendizagem irá ocorrer inicialmente de forma mecânica, até que elementos de conhecimento, relacionados com a mesma área, passem a existir na estrutura sua cognitiva. A partir dessa existência, esses novos elementos, mesmo que ainda sejam pouco elaborados, podem servir de subsunçores.

Esses subsunçores vão se tornando mais elaborados e prontos para ancorar novos conhecimentos, formando uma estrutura favorável à existência da aprendizagem significativa.

Para facilitar este processo, Ausubel recomenda o uso de organizadores prévios que, apresentados ao aprendiz antes dos conceitos a serem aprendidos, possam servir de “âncoras”, interligando o que o ele já sabe com o que se deseja que ele saiba. Deste modo haverá um maior favorecimento à ocorrência da aprendizagem significativa.

A observância das considerações desta teoria no ambiente educacional pode trazer benefícios ao processo de ensino-aprendizagem, servindo como parâmetro para a elaboração de atividades acadêmicas que venham a auxiliar o professor na sala de aula.

Se o aluno decora fórmulas, leis, conteúdos e, logo após o seu uso imediato, como, por exemplo, uma avaliação, os esquece, provavelmente ele não atribuiu nenhum significado a esses conteúdos. Provavelmente, apenas houve uma aprendizagem mecânica.

Ausubel (1980), distingue três formas de aprendizagem significativa em função do tipo de relacionamento entre a nova informação a ser aprendida e as idéias já existentes na estrutura cognitiva:

- A aprendizagem subordinada relaciona-se ao aprendizado de um novo conceito que relaciona-se com idéias relevantes, mais inclusivas, já existentes na estrutura cognitiva do aluno.

- A aprendizagem superordenada refere-se ao aprendizado de um novo conceito podendo abranger idéias relevantes particulares ou menos inclusivas já existentes na estrutura cognitiva do aluno.
- A aprendizagem combinatória é a que ocorre quando não é possível estabelecer relação alguma entre o conceito a ser aprendido e idéias relevantes, anteriormente existentes na estrutura cognitiva do aluno.

Ausubel (1980) considera que a aprendizagem significativa pode ser facilitada através da aplicação de dois princípios:

- A diferenciação progressiva, que recomenda que o conteúdo a ser apresentado aos alunos deve ser programado de maneira que os conceitos mais gerais da disciplina sejam apresentados em primeiro lugar e, então, pouco a pouco, introduzidos os conceitos mais específicos.
- A reconciliação integrativa, que recomenda seja utilizado com o aluno material que permita a exploração de relações entre idéias, apontando semelhanças e diferenças entre os conceitos relacionados.

As implicações acadêmicas da teoria proposta por Ausubel são claras. Para que o aluno aprenda um conteúdo, deve ser possível atribuir-lhe significado. Este significado pode ser construído quando representa o resultado de uma interação entre o saber escolar e os outros saberes o aprendiz traz para a escola.

Cabe ao professor identificar situações que motivem os alunos para que tenham disposição em aprender. Para tanto é necessário tentar identificar quais conceitos esses alunos já possuem, avaliar se eles são suficientes para servir de “ancoras” para os novos conceitos e, caso sejam, cuidar para que os novos conceitos a serem apresentados sejam potencialmente significativos, relacionando-se com os conceitos já existentes. Caso contrário, a aprendizagem mecânica estará sendo favorecida, podendo conduzir os alunos à elaboração de estruturas cognitivas não hierarquizadas que venham a dificultar a compreensão de novos conceitos, comprometendo ou tornando mais trabalhoso o processo educativo.

Capítulo 3 - Revisão Bibliográfica

O presente capítulo pretende mostrar os principais enfoques que os pesquisadores têm apresentado em trabalhos acadêmicos relacionados com os temas abordados nesta dissertação. Dessa maneira, é possível contextualizar este trabalho, comparando-o aos demais, desenvolvidos por outros pesquisadores, além de situar o enfoque aqui utilizado entre outros trabalhos investigativos.

Brighenti (2001) realizou uma pesquisa qualitativa com três professoras de Matemática de escolas públicas, procurando verificar a validade de uma proposta metodológica sugerida para o ensino-aprendizagem de conceitos de Trigonometria, sob a influência da representação gráfica na formação de conceitos. A autora comprovou, nas pesquisas realizadas, que os alunos compreendem melhor os fatos ao utilizarem a representação gráfica, pois, além de observarem e discutirem com seus colegas os procedimentos realizados, visualizam o que acontece.

Um outro autor, Lindgger (2000), investigou a aplicação de uma abordagem para o ensino da Trigonometria no triângulo retângulo, através da manipulação de modelos inseridos em situações-problemas, que envolviam os conceitos de seno, cosseno e tangente, na expectativa de a abordagem estudada caracterizar-se como facilitador para a construção e a apropriação de conceitos da Trigonometria. Analisando os resultados da sua pesquisa, o autor inferiu que a resolução de problemas colocados em um contexto significativo para o aluno foi fator determinante para a obtenção de melhores resultados.

Estudando uma abordagem da Trigonometria no triângulo retângulo que pudesse produzir significado para o aluno, Silva (2005) elaborou uma seqüência didática, procurando integrar as construções geométricas e o tratamento figural. O autor verificou que os alunos, na resolução de situações-problema, podem aprender alguns conceitos para que estes sejam usados como ferramentas na resolução do problema inicial.

Gomes (1998) investigou diferentes estratégias de resolução de problemas, envolvendo conhecimentos de Matemática elementar, em sujeitos que possuíam diferentes níveis de escolaridade, para verificar a questão: “Alunos com maior grau de escolaridade apresentam maior número de respostas corretas na resolução de problemas matemáticos que os que possuem menor grau de

escolaridade?". A autora constatou que diferença na resolução dos problemas por parte de sujeitos de níveis de escolaridade distintos não é grande, o que parece indicar que não existe nenhuma razão para que seja mantida a forma rotineira de trabalhar Matemática escolar, ou seja, a prática instrucionista pode produzir sujeitos fóbicos em relação à Matemática e, mais do que isso, carentes de criatividade e de raciocínio lógico, já que a aprendizagem, neste caso, é sinônimo de acúmulo de informações. Com base nessas constatações, a autora concluiu que existe a necessidade de mudanças na prática escolar, orientando para a prática de uma Educação Matemática que respeite o conhecimento prático dos alunos e utilize-se dele como meio para atingir um conhecimento institucionalizado.

Visando diminuir a obsolescência do ensino atual de Matemática, Pereira (2002) apresentou uma proposta de utilização dos computadores no processo ensino-aprendizagem, através da criação e implementação de um software computacional que pudesse auxiliar professores e alunos na tarefa de ensinar e compreender os conceitos das funções trigonométricas, facilitando a formulação e a visualização de situações inerentes ao conteúdo, que poderão ser propostas pelo professor ou criadas pelo próprio educando. Nesse trabalho, concluiu que, com o uso do computador, usado com a orientação de professores, o processo de interconectividade entre os conteúdos matemáticos de Trigonometria e a realidade cotidiana dos alunos pode ser favorecido.

Alves (2003), analisando estudos realizados sobre a resolução de problemas, verificou que, apesar de esta ser uma área muito ampla, alguns desses estudos têm avaliado a resolução de problemas como recurso para o ensino de Matemática, o que coincide com uma das principais recomendações para o ensino de Matemática, na atualidade, pelos Parâmetros Curriculares Nacionais. Conclui que, dentro do PSIEM, a resolução de problemas continua sendo uma linha de pesquisa que muito tem contribuído para a promoção e o desenvolvimento de estudos interdisciplinares na Educação Matemática e para um aprofundamento da compreensão dos aspectos psicológicos do ensino e aprendizagem da Matemática e as implicações decorrentes disso no ambiente escolar.

Pesquisando sobre quais componentes da habilidade matemática são requeridos para que estudantes concluintes do ensino médio obtenham sucesso na resolução de problemas aritméticos, Alves (1999) investigou vários fatores, dentre

eles alguns componentes da habilidade matemática; as atitudes em relação à Matemática e o raciocínio verbal. Nessa pesquisa, o autor não encontrou resultados significativos que permitissem afirmar que seriam estes os fatores determinantes do sucesso ou do fracasso na resolução de problemas. Entretanto, ficou claro que os sujeitos desse estudo apresentaram muito mais fracassos do que sucessos e que o maior obstáculo para a obtenção do sucesso refere-se à dificuldade de representar adequadamente o problema.

Pirola (2000) investigou a resolução de problemas geométricos em sujeitos do Curso de Habilitação Específica do Magistério (HEM) e em sujeitos do Curso de Licenciatura em Matemática de uma faculdade do interior de São Paulo. Os sujeitos foram submetidos a um questionário sobre a vida escolar de cada um e a uma prova com dez questões envolvendo problemas com informações completas, incompletas e supérfluas. Analisados os dados, o autor concluiu que foram identificadas diferenças significativas entre os dois cursos quanto à utilização de conceitos e princípios. Os sujeitos provenientes do curso de licenciatura utilizaram os conceitos e os princípios mais corretamente do que os provenientes do cursos de magistério. As médias dos sujeitos provenientes dos dois cursos foi muito baixa (2,0 para os alunos da Licenciatura e 0,68 para os alunos do Magistério, em uma escala de zero a dez), o que parece indicar a necessidade de os futuros professores passarem por programas de educação continuada, tanto para os aspectos relacionados à aprendizagem de conceitos e princípios utilizados na resolução de problemas, quanto para os conteúdos matemáticos propriamente ditos.

Fernandes (2000), em um artigo referente à importância do Desenho Geométrico, publicado no III Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho & 14º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico em Ouro Preto, o autor utilizou o software Cabri-Géomètre como ferramenta auxiliar no processo de ensino-aprendizagem deste assunto. Observando os resultados obtidos com o uso desse software, o autor concluiu que ele contribui significativamente para a aprendizagem do Desenho Geométrico de modo construtivo, principalmente, por permitir aos alunos um tratamento dinâmico de figuras, sendo possível verificar propriedades e testar hipóteses.

Maciel (2005) apresentou o relato de uma experiência pedagógica em que consistiu em ensinar a Trigonometria, utilizando o software Cabri-Géomètre, com o

objetivo de verificar se o aluno saberia explicar oralmente e expressar por escrito as razões trigonométricas na sua forma genérica. A experiência deu-se em uma sala de aula da 8ª série do ensino fundamental da rede pública, numa realidade em que 82% dos alunos não possuía computador particular ou não sabia manejá-lo, e a escola não dispunha de um laboratório para realizar tais atividades.

A investigação deu-se em quatro etapas: a primeira etapa caracterizou-se pela observação das aulas da professora em atuação onde ocorreu o estágio supervisionado; a segunda, pelo desenvolvimento de uma pesquisa bibliográfica sobre o tema; a terceira, pela elaboração da proposta pedagógica tendo como base a pesquisa bibliográfica e dados obtidos durante a etapa de observação; e a quarta, pela aplicação e pela avaliação das ações desenvolvidas.

Os resultados mais significativos obtidos pelo autor foram:

1. Os alunos conseguem estabelecer relações entre as razões trigonométricas e o conceito de semelhança nos triângulos retângulos.
2. Os alunos conseguem, com habilidade, aplicar os conceitos de razões trigonométricas em diferentes situações problemas.
3. Ocorre uma aprendizagem mais significativa, principalmente para os alunos com dificuldade em Matemática.
4. Há uma maior motivação dos alunos nas aulas em ambiente informatizado.

Em trabalho apresentado no VII Encontro Nacional de Educação Matemática, no Rio de Janeiro, versando sobre a utilização da tecnologia CabriJava no ensino da Matemática, que permite gerar aplicações do Cabri-Géomètre para páginas na Internet, Brum (2001) concluiu que o uso de tecnologia, em especial o uso de computadores, pode ser um forte aliado para o ensino–aprendizagem, por favorecer o desenvolvimento de um ambiente investigativo. O pesquisador relata que tem conseguido “resultados bastante animadores” com o uso dessa tecnologia.

Gomes (2000) analisou a influência do uso do software Cabri-Géomètre na aprendizagem mediada de Geometria junto a alunos de uma escola pública francesa. Os alunos tinham entre 12 e 14 anos de idade. Foram aplicados dois instrumentos (régua e compasso e o software Cabri-Géomètre) e foi analisado o

desempenho dos alunos na resolução de problemas versando sobre Geometria. Com este estudo, o autor verificou que a grande vantagem do uso do Cabri está na possibilidade de deformar a construção realizada, fazendo com que os pontos que não estivessem coerentes com o procedimento ficassem ressaltados, invalidando a construção.

Estudando o relacionamento entre a formação de professores e a Informática na Educação, Valente e Almeida (1999b) concluíram que os avanços tecnológicos estão fazendo com que o professor sinta-se eternamente no estado de principiante em relação ao uso do computador na educação e, para minimizar os efeitos dessa constatação, a formação do professor deve prover condições para que ele construa conhecimento sobre as técnicas computacionais e entenda os motivos e as maneiras que permitem integrar o computador na sua prática pedagógica.

O trabalho de outro autor, Martins (2003), relatou uma pesquisa com alunos da segunda série do ensino médio, que já haviam estudado os conceitos de triângulo retângulo e ciclo trigonométrico, para verificar se o uso do software Cabri-Géomètre poderia propiciar, aos alunos, condições de atribuir significado aos gráficos de seno e cosseno. Nesta pesquisa, foi privilegiada a resolução de problemas. A autora relata que durante a resolução das questões propostas, o software mostrou-se bastante eficaz, auxiliando os alunos a aplicarem os conceitos já estudados no triângulo retângulo e no ciclo trigonométrico aos gráficos de seno e cosseno.

Pinto (2001) pesquisou as questões que envolvem o uso do computador no ambiente de ensino-aprendizagem e verificou que os professores necessitam de conhecimento técnico e prático tanto sobre o computador, quanto sobre as estratégias para usá-los. Na pesquisa, foi detectado, também, que o uso dos computadores desempenha importante papel no ambiente escolar, além de desenvolver habilidades que os alunos necessitam para a sua integração na "sociedade do conhecimento". Entretanto, para que seja possível essa realidade, há a necessidade de modificações na estrutura de funcionamento das instituições e na própria organização curricular.

Em uma pesquisa realizada com doze alunos da 6ª série, estudantes de uma escola particular de Campinas, Marco (2004) investigou como os movimentos de pensamento matemático de resolução de problema se processam quando alunos

do ensino fundamental jogam e criam jogos computacionais objetivando a aprendizagem dos alunos e a observação e análise dos procedimentos, por eles utilizados, na resolução de problemas ocorridos quando eram criados e utilizados jogos computacionais.

Os doze sujeitos foram divididos em quatro grupos e submetidos a duas etapas de intervenções. A primeira delas, composta de onze aulas corridas de duas horas de duração cada, realizadas uma vez por semana, em que a pesquisadora conduziu os sujeitos à exploração de onze jogos computacionais, e a segunda etapa, que consistiu de dez aulas corridas, também com duas horas de duração e freqüência semanal, na qual a pesquisadora orientou os grupos para a criação de jogos computacionais.

Todas as aulas foram gravadas e filmadas e, posteriormente, transcritas. A pesquisadora selecionou quatro episódios retirados das fitas e cinco episódios retirados dos jogos computacionais, para a análise dos pensamentos e conflitos apresentados pelos sujeitos durante a resolução dos problemas que foram surgindo.

Para a autora, episódios são momentos isolados em que ficam evidentes situações de conflito enfrentadas pelos participantes da pesquisa, durante processos de pensamento matemático de resolução de problemas.

A pesquisadora salientou, em suas conclusões, que a interação entre os componentes dos grupos possibilitou a construção de processos de resolução de problemas, decorrentes da análise de pontos de vista diferentes. Além disso, as atividades desenvolvidas propiciaram aos alunos e à própria pesquisadora, uma nova compreensão sobre o que é a resolução de problemas, ampliando o conceito restrito de alguma situação que pode ser resolvida por um algoritmo para considerá-la um momento rico de envolvimento integral dos alunos, em que estes, por meio das situações que surgiam, sentiram a necessidade de imaginar, criar e não somente reproduzir um jogo, um cálculo ou um conhecimento.

Quanto ao uso do computador, a pesquisadora ressaltou a possibilidade que os sujeitos passam a ter para simular situações, tais como o espaço sideral, as personagens que desejavam inserir em seus jogos e dar-lhes movimentos, o que, com materiais manipulados, é muito difícil ou até mesmo impossível de se conseguir.

A autora obteve, também, como resultado, a constatação de que, para a maioria dos alunos, *um problema só é matemático quando "tem contas" ou quando "tem números ou letras para ser resolvido",* concluindo que a identidade da Matemática, para esses alunos, reside no seu formalismo.

A resolução de problemas em ambiente informatizado foi estudada também pela pesquisadora Miskulin(1994) em sua dissertação de mestrado. Nesse trabalho, a autora elaborou uma proposta metodológica para o processo ensino aprendizagem de Geometria, utilizando o software Logo e a resolução de problemas.

A proposta metodológica apresentada pela autora foi implementada, em estudo de caso, com enfoque qualitativo, ressaltando os aspectos mentais e computacionais de dois alunos, usuários do software Logo, um deles explorando Geometria Espacial e o outro explorando a Geometria Plana, através da Resolução de Problemas baseados em situações reais. A autora analisou as estratégias utilizadas pelos dois sujeitos.

O principal problema de pesquisa estudado refere-se à possibilidade ou não de se resgatar ou captar algumas abordagens do Desenvolvimento Histórico da Geometria através do ambiente Logo. Paralelamente a esse objetivo, a pesquisa também objetivava buscar estratégias de soluções viáveis para o processo ensino-aprendizagem da Geometria, no sentido de que propiciassem a transformação da estrutura social vigente.

Os sujeitos foram selecionados através da análise dos relatórios elaborados pela autora, pelo depoimento dos sujeitos e pela análise do desempenho dos sujeitos com o ambiente Logo. Além disso, a autora cuidou de contextualizar os sujeitos, tanto em nível sócio-político, econômico e social, quanto em nível cognitivo.

A autora concluiu que ambientes informatizados, no caso da sua pesquisa, o ambiente Logo, *propiciam a compreensão do funcionamento cognitivo da construção de conceitos geométricos e, além disso, tornam-se um cenário educacional propício ao desenvolvimento ativo do sujeito na construção de seus próprios conhecimentos* (MISKULIN, 1994). Além disso, concluiu que *foi possível resgatar os processos cognitivos do sujeito, pela descrição de sua programação e também pela constituição das diferentes estratégias e heurísticas utilizadas por ele*

ao adaptar seus conhecimentos anteriores no processo de Resolução de Problemas a diferentes contextos (MISKULIN, 1994).

A autora salienta que é necessário redimensionar os métodos de ensino, de modo a considerar e integrar os avanços tecnológicos presentes no dia-a-dia, de modo que os alunos possam integrar-se efetivamente na sociedade.

A pesquisadora Miskulin (1999) estudou as concepções teórico-metodológicas sobre a introdução e o uso de computadores na Educação e na sociedade, com o objetivo de investigar como as novas tecnologias estão sendo incorporadas na sala de aula. Para esse estudo, a autora considerou as experiências da implantação de computadores nas Escolas da Rede Pública de Albuquerque, Novo México, EUA, bem como a abordagem concebida por alguns professores universitários sobre o uso de Informática no ensino.

A autora apresenta, também, as principais tendências relacionadas ao uso de tecnologia na educação, com enfoque maior na utilização do software Logo, no processo de construção de conceitos geométricos.

Os sujeitos da pesquisa foram dois alunos que estavam cursando a 8ª série do Ensino Fundamental em uma escola particular de Campinas. Esses sujeitos foram colocados diante de atividades de resolução de problemas de Geometria, com o apoio de tecnologia computacional, e a pesquisadora analisou os processos mentais e computacionais dos sujeitos, confrontando-os com a descrição dos processos de resolução de problemas por eles descritos.

O objetivo da autora era permitir uma reflexão sobre a prática pedagógica, adequando-a às necessidades impostas pelo crescente uso de tecnologia.

Em relação às expectativas dos professores, a autora concluiu que eles necessitam ser treinados de modo a absorver a tecnologia e saber como dispor dela no contexto educacional. Para que isso seja possível, há necessidade de implementação de políticas educacionais adequadas, além de disponibilização de infra-estrutura tecnológica.

Em relação ao uso de recursos tecnológicos no processo educacional, nesse caso o software LOGO, a autora concluiu que ficaram evidenciados os aspectos interativos, que propiciam ao usuário facilidades em testar novas

estratégias para a resolução de problemas e aos professores novas estratégias educacionais.

Esta pesquisadora concluiu também que, com a introdução, disseminação e apropriação das novas tecnologias em nossa sociedade, tem havido uma utilização maior da Informática e da automação nos meios de produção e de serviços, gerando novos comportamentos e novas ações humanas, o que exige um novo perfil de trabalhador e uma nova formação do cidadão.

Nessa perspectiva, a autora concluiu que a função da Educação e da escola é proporcionar a formação plena e integral do sujeito, possibilitando-lhes o contato com as novas tecnologias, com a adoção de estratégias que busquem um novo paradigma educacional.

Carvalho (2004) investigou a influência do uso do computador no desempenho de alunos da educação infantil. Foram sujeitos da referida investigação 16 alunos com faixa etária entre 6 e 7 anos de uma escola pública do interior de São Paulo. Nesta investigação, foram formados dois grupos e estes foram submetidos a um pré-teste e a um pós-teste, sendo que um dos grupos foi submetido a uma intervenção, na qual foi utilizado o software que simula o jogo Ludo. Os sujeitos foram analisados quanto à aprovação da idéia de número e quanto aos procedimentos que eles utilizaram. A pesquisadora constatou um ganho qualitativo nas sessões com o grupo submetido à intervenção, embora as médias dos dois grupos fossem muito próximas.

A revisão dos trabalhos acadêmicos desenvolvidos recentemente, relacionados com esta dissertação e apresentados neste capítulo, teve como objetivo mostrar a relevância do assunto e indicar os principais enfoques pesquisados, ajudando o leitor a situar o presente trabalho no contexto acadêmico.

Capítulo 4 – Informática Aplicada à Educação

As novas tecnologias no ambiente educacional

A partir dos anos 80, o uso de recursos informáticos passou a ser amplamente disponibilizado para as pessoas comuns. O surgimento dos computadores pessoais (PCs) permitiu que este recurso pudesse ser utilizado em um grande número de situações, entre elas, a Educação.

Means(1994)[9], em uma pesquisa realizada nos Estados Unidos, mostra, de maneira inequívoca, que o uso de tecnologia, principalmente de computadores, aumentou de modo significativo durante a década de 80, no ambiente escolar. Não há razão para crer que essa tendência tenha mudado; pelo contrário, parece haver indícios suficientes para concluir que a velocidade com que essas tecnologias são absorvidas tem aumentado, tornando-as disponíveis a um número cada vez maior de pessoas, com aplicações em quase todas as áreas, inclusive na área educacional.

Tecnologia Analisada	1981	1991
Escolas com, pelo menos, um computador	18%	98%
Escolas com modem	25%	50%
Escolas com vídeo – cassete	31%	99%
Escolas com vídeo disco ou CD	9%	18%

Tabela 1: Utilização de Tecnologia nas Escolas. Retirado de Means(1994).

Diante desta constatação, o uso da tecnologia passou a ser sistematicamente estudado para que a sua aplicação no ambiente escolar pudesse ser avaliada. Uma vez tratando-se de uma tecnologia em expansão, cada vez mais disponível, o uso do computador na escola passou, rapidamente, a ser uma realidade aceita como vantajosa por alguns e abominada por outros.

9 A Dra. Barbara Means é uma psicóloga educacional que estuda, nos Estados Unidos, os caminhos pelos quais a tecnologia pode levar estudantes a adquirirem novas habilidades e a reorganizarem a sala de aula e a escola.

Os estudos de Papert (1994) estão relacionados com a formação do conhecimento através do computador. Os computadores podem ser usados na educação como “máquina de ensinar” ou como “ferramenta”.

No primeiro caso, podem ser elaborados softwares que armazenam uma série de informações e as transmitem para os alunos, em uma seqüência e ritmo controlados pelo professor ou pelo próprio aluno. Este caso é caracterizado pela informatização de métodos tradicionais de ensino, o que, do ponto de vista pedagógico, caracteriza o paradigma instrucionista, na concepção de Papert.

Para este autor, a palavra instrucionismo expressa a crença de que “a aprendizagem deve ser o aperfeiçoamento da instrução – se a Escola é menos perfeita, então sabemos o que fazer: ensinar melhor” (PAPERT, 1994, p.124). Daí infere-se que a única forma de permitir que um aluno melhore seus conhecimentos sobre um assunto é ensinar sobre esse assunto.

Entretanto, existem autores que consideram essa utilização de computadores como tendo uma abordagem construtivista, na concepção piagetiana.

Para Papert, o termo “construtivista” é inadequado, vez que Piaget observou que a criança constrói a noção de certos conceitos através da interação com objetos do ambiente onde ela vive, propiciando o desenvolvimento de esquemas mentais e, portanto, o aprendizado. Trata-se de um trabalho mental da criança e não de um processo de ensino ou da transmissão de informações, como se estas fossem “tijolos” que se agregam uns aos outros, “construindo” o conhecimento.

Para evitar essa noção, considerada pelo autor como inadequada sobre o uso dos computadores na educação, Papert denominou de construcionismo o processo pelo qual o aluno pode construir seu conhecimento através do uso de computadores.

Este autor refere-se ao construcionismo como sua “reconstrução pessoal do construtivismo” (PAPERT, 1994, p.128), por examinar mais de perto a idéia de construção mental quando o aluno elabora um objeto de seu interesse, como uma obra de arte, um relato de experiência ou um programa de computador.

As diferenças que o autor aponta para diferenciar a sua compreensão de construcionismo, diferenciando-a do construtivismo de Piaget são duas: primeiro, o

aluno deverá aprender através do fazer, pessoalmente empenhando-se na construção de algo; em segundo lugar, o aluno deverá construir algo que seja de seu interesse, algo que o motive bastante, exigindo seu envolvimento afetivo, o que pode tornar a aprendizagem mais significativa.

Papert refere-se ao construcionismo como uma filosofia educacional que não questiona o valor da instrução em si, mas tem como meta “ensinar de forma a produzir a maior aprendizagem a partir do mínimo ensino” (PAPERT, 1994, p.125).

Essa diferenciação fundamenta-se na crença de que aperfeiçoar a instrução não é a única maneira de melhorar o desempenho dos alunos. Pelo contrário, se os alunos realmente desejam aprender alguma coisa e têm oportunidade para tanto, provavelmente alcançarão seus objetivos, independente de o ensino ser fraco. O contrário também é observado com freqüência: mesmo com um ensino considerado bom, alunos que não se envolvem e não se interessam por determinado assunto apresentam mais dificuldade em aprender sobre ele.

Valente (1999b) considera que a utilização do computador é a diferença entre os processos construtivistas e construcionistas, na ótica analisada anteriormente, para a formação do conhecimento.

Tanto Papert quanto Valente utilizaram em suas pesquisas o software LOGO, bastante conhecido no ambiente educacional, que privilegia a interatividade através de excelentes recursos gráficos que podem ser comandados pelo aluno.

Usando este software para resolver um problema, o aluno interage com o computador, sendo mediado pela linguagem LOGO. Inicialmente, o aluno exerce a ação de programar o software para que esse execute algum gráfico na tela do monitor. O computador executa os procedimentos comandados pelo aluno, montando os gráficos. Finalmente o aluno deverá, observando os resultado dos comandos que ele elaborou, refletir sobre as informações referentes ao processo de construção do gráfico e ao produto final obtido. Se o resultado obtido é satisfatório, o aluno mantém os comandos elaborados e considera resolvido o problema, caso contrário, se o resultado é insatisfatório, o aluno pode depurar os comandos que elaborou, tanto em termos da estrutura da linguagem LOGO, quanto em termos das estratégias e conceitos que utilizou. Esse processo de depuração é facilitado pela própria linguagem LOGO, mas exige a presença de profissional que atue como

mediador, possuindo conhecimentos sobre a linguagem LOGO, além de aspectos pedagógicos e psicológicos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem.

Valente salienta que o uso do LOGO em computadores é um excelente exemplo para explicar o processo construcionista de Papert. Porém, outros softwares, como editores de texto, planilhas, etc., também podem ser usados para a construção de conhecimento de acordo com a concepção construcionista.

O uso do computador no ambiente educacional, com essa concepção construcionista, enfrenta resistências. Uma delas por razões de ordem histórica, já que foi assim que fomos educados e é assim que devemos ensinar. Outra, por não compreendermos o que significa ensinar. Ou ainda pela falta de confiança na concepção construcionista que não acumulou resultados suficientes para que possa ser efetivada como novo paradigma educacional.

Valente (1998), concordando com Papert, considera que existem duas formas de se abordar a Informática na Educação. A primeira delas caracteriza o paradigma instrucionista, pois refere-se à utilização do computador como um simples transmissor de conhecimentos, sendo usado dentro da estrutura pedagógica existente, na tentativa de automatizar processos de ensino. A segunda, caracteriza o paradigma construcionista, uma vez que se refere à utilização desse recurso em ambientes de ensino-aprendizagem que permitam a construção do conhecimento, através da iniciativa do aluno.

Para Valente (1999), essa mudança de paradigma pedagógico, desde há muito desejada, pode ser alcançada com o uso do computador no ambiente acadêmico; entretanto, ainda resta definir como e por que o computador pode ser o instrumento que a propiciará.

Não existe consenso quanto à idéia de que o uso de computadores no ambiente educacional traga os benefícios esperados por essa mudança de paradigmas. Dois grandes blocos, com visões antagônicas, formaram-se: os *céticos* e os *otimistas* (VALENTE, 1999).

Bons argumentos são articulados pelos *céticos* para colocar em dúvida a eficácia do uso do computador na educação, de modo que ele possa auxiliar em um processo de ensino-aprendizagem que possa resultar na formação de alunos preparados para a realidade social em que vivem. Os principais argumentos são:

1. Os *céticos*, que consideram a pobreza do nosso sistema educacional fator impeditivo, pois com escolas sem instalações físicas adequadas, a falta de verbas para a educação e a baixa valorização profissional dos professores, praticamente fica inviabilizada a implantação de novas tecnologias educacionais. Além disso, mesmo que fossem supridas essas dificuldades de caráter eminentemente prático, ainda haveria necessidade de se adequar a forma de ensinar para que o aluno fosse preparado para uma nova sociedade, que irá exigir que ele seja um sujeito que saiba pensar, que seja crítico e que seja capaz de se adaptar às mudanças da sociedade.

Apesar de bem articulados, esses argumentos não devem ser adotados como verdades absolutas. Falta de recursos e incentivos profissionais são fatores negativos em qualquer contexto e podem ser superados. A forma de ensinar depende da estratégia educacional adotada pelo professor e caminha no sentido de uma pedagogia construcionista, em que o aluno deverá aprender a aprender. O professor somente será substituído pela "máquina de ensinar", se insistir em ser um replicador de conhecimentos já prontos.

2. Os *céticos* consideram, também, que o uso dos computadores trará uma "desumanização" dos processos educacionais, com a tentativa de substituir os professores pelas "máquinas de ensinar" e conferindo aos alunos uma formação "robótica", decorrente do excessivo contato com uma máquina racional.

A temida formação "robótica" somente será real, se o uso do computador não estiver inserido em uma estratégia educacional elaborada e assistida pelo professor. Claro que existe o risco de uso exagerado, como pode acontecer com outras tecnologias disponibilizadas, como a televisão, os rádios, os jogos eletrônicos, etc., mas, neste caso, não parece existir problema na tecnologia, e sim na forma como ela está sendo usada.

3. Finalmente, os *céticos* consideram as dificuldades relacionadas com a administração escolar e com o posicionamento de professores e pais de alunos, frente a uma realidade que eles

mesmos, provavelmente, não presenciaram e talvez não compreendam.

O temor da impossibilidade de adaptação da administração escolar, dos professores e dos pais de alunos deve ser considerado com cautela, pois, apesar de trazer incertezas, as inovações sempre existiram, e a superação das dificuldades de sua implantação podem trazer benefícios.

Os *otimistas*, adeptos do uso da tecnologia na educação, apresentam argumentos que, muitas vezes, não são tão convincentes quanto os apresentados pelos *céticos*, pois fundamentam-se, na sua maioria, em expectativas e não em constatações.

Para Valente (1999), os principais pontos discutidos pelos *otimistas* são:

1. O computador deve ser usado na educação, pois assim tem acontecido em outros países.

Este argumento é pouco fundamentado. Experiências do uso de computadores em outros países devem ser avaliadas, mas há de se lembrar que muitas dessas experiências não foram bem sucedidas. Não se pode adotar como opção o modismo do uso da Tecnologia.

2. O uso da tecnologia e, portanto, dos computadores, está presente no cotidiano das pessoas, sendo inevitável o contato com ele. Deste modo, a escola deve preparar seus alunos para esse contato.

Com base neste argumento, muitas escolas têm ensinado os alunos a usarem o computador, entretanto, sem permitir que o aluno aprenda por meio do computador. Além disso, muitas outras tecnologias, como o telefone, o rádio, a televisão, etc. estão sendo disponibilizadas e utilizadas sem que as escolas se preocupem em ensinar seus alunos a usá-las (VALENTE, 1999).

3. O computador pode ser um instrumento didático, devendo ser utilizado na escola, principalmente devido a sua capacidade de animação gráfica e de cálculo.

O computador pode ser utilizado, também, como agente motivador na tentativa de despertar a curiosidade dos alunos. Há necessidade de cautela para

assumir esse argumento. A escola deve, sempre, procurar oferecer um ambiente motivador, independente da existência ou não de computadores.

4. O computador pode ajudar a desenvolver o raciocínio e possibilitar situações de resolução de problemas.

Essa utilização deve ser considerada como a mais nobre que o computador tem no ambiente escolar. Mesmo assim, para que esse objetivo seja alcançado, há a necessidade de se inserir o computador em uma estratégia educacional adequada, e não simplesmente colocá-lo na escola (VALENTE, 1999).

Gasparetti (1999) também identifica dois grandes grupos, nominando-os de *apocalípticos,* os que acreditam ser as tecnologias, como televisão e computadores, verdadeiras ameaças à cultura por promoverem o aniquilamento mental do ser humano; e de *integralistas,* os que acreditam que essas tecnologias estão atuando nos meios de comunicação, mudando a mente do ser humano e contribuindo para o aparecimento de uma nova linguagem.

Embora argumentos significativos de cada um dos dois grupos possam ser encontrados, não há como negar a massificação do uso dos computadores em todas as áreas, inclusive a educacional. Portanto, parece mais acertado usar essa tecnologia para auxiliar no processo de construção do conhecimento, uma vez que está inserida como um instrumento disponível aos professores para integrar a sua estratégia educacional.

É necessário salientar que, no escopo deste trabalho, o computador está centrado como principal recurso de tecnologia educacional. Entretanto, inúmeras outras tecnologias foram disponibilizadas, cada uma em seu tempo, e utilizadas amplamente no ambiente acadêmico. Podem ser citadas diversas tecnologias, como: o livro didático, o jornal escrito, a televisão, o rádio, o aparelho de som, o vídeo cassete, a máquina fotográfica, o projetor. Todas elas foram inseridas em estratégias educacionais, algumas com maior, outras com menor freqüência. Curioso é o fato de educadores atribuírem ao termo “tecnologia educacional” um sentido de paradigma do futuro, quando na realidade, todos os instrumentos usados desde há muito, como o giz, o retro-projetor ou o jornal, podem ser considerados no contexto da tecnologia educacional. A idéia de futuro veio com o computador, mas mesmo este deve ser entendido como mais um recurso tecnológico disponível.

O computador deve ser visto como uma tecnologia diferenciada das demais, por ser capaz de promover uma integração entre as diversas tecnologias e possibilitar uma interatividade em tempo real.

Há de se observar que o simples uso da tecnologia não irá garantir ganho algum no processo educacional. O professor, ao pedir uma tarefa, deverá indicar ou disponibilizar, para os alunos, os meios para realizá-la. Se a tecnologia é um facilitador, deve ser indicada pelo professor. Ou seja, a tarefa solicitada pelo professor deverá ser planejada para ser executada com o uso de algum recurso tecnológico. Só assim a tecnologia estará contribuindo, efetivamente, para o processo educacional. O computador deve ser entendido como mais uma ferramenta disponível e não como a única ferramenta disponível. Ele deve ser integrado a outros meios de comunicação dentro de uma estratégia educacional.

O uso da tecnologia, principalmente o uso de computadores, parece levar a uma especialização do aluno em alguma área em que tenha maior afinidade e proporcionar que as diferenças individuais de ensino e aprendizado sejam respeitadas; além disso, pode proporcionar uma nova estrutura social na sala de aula, transformando o professor em um consultor e não na fonte única de todo o conhecimento.

Se utilizados na sala de aula, os recursos tecnológicos, entre eles o computador, irão acarretar um maior trabalho para o professor, pois os benefícios não são obtidos simplesmente pela sua disponibilização. É necessário que o professor elabore atividades que possam ser solucionadas com o uso da tecnologia. Esse aspecto levanta uma outra questão importante: os professores necessitam de tempo para se sentir à vontade com as tecnologias disponíveis. Precisam conhecer e saber escolher a tecnologia a ser utilizada e acreditar que o seu uso irá beneficiar o processo ensino-aprendizagem.

Sobre esta questão, Papert[10], entrevistado por Koening (1997), acredita que qualquer profissional do passado que pudesse vir até o presente, incluindo os educadores, certamente estranhariam as novas tecnologias disponíveis, mas, em

10 O Dr. Seymour Papert é pesquisador no *Media Lab* (Laboratório de Meios de Comunicação) do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) (Instituto de Tecnologia de Massachusetts). Um dos pioneiros da Inteligência Artificial, o Dr. Papert foi um dos fundadores do *Artificial Intelligence Lab* (Laboratório de Inteligência Artificial) do MIT no início da década de sessenta. Ele é o criador da linguagem de programação LOGO.

algum tempo, certamente perceberiam as vantagens de sua utilização e assumiriam as suas funções sem muitos problemas. Esse autor conclui que os professores não estão sensibilizados quanto ao uso da Informática no setor educacional, enquanto outros profissionais já absorveram e estão usando esta tecnologia no seu cotidiano. Porém é inegável que existe a necessidade de comprometimento de outras áreas, principalmente da governamental. Os professores não podem ser vistos como heróis que doam o seu tempo, compram os softwares e preparam atividades e novos currículos, utilizando recursos tecnológicos.

Means e Olson (1995), em pesquisa relacionada com a reforma escolar e a tecnologia, concluíram que uso da tecnologia tem aumentado nas escolas e que existe empenho para criar um ambiente que possa favorecer seu uso efetivo. De acordo com esses autores, esta configuração é um ingrediente essencial nas salas de aula reestruturadas.

Para que a tecnologia possa ser efetivamente utilizada, os autores identificaram como condições essenciais:

- A tecnologia apropriada deve estar disponível.
- É necessário determinar quanto tempo e prática são necessários para incorporar a tecnologia dentro do programa educacional.
- É necessário disponibilizar o apoio técnico necessário.
- Colegas e diretores precisam apoiar a inovação.

Os autores concluíram também, que o uso da tecnologia no ambiente educacional pode propiciar benefícios ao processo educacional, identificando como os mais relevantes os seguintes:

- Tende a apoiar os professores, tornando-os orientadores melhores do que distribuidores do conhecimento.
- Fornece um contexto seguro para professores tornarem-se aprendizes e para compartilhar suas idéias sobre o currículo e o método.
- Pode motivar os alunos a tentarem tarefas mais complexas, tornando-os mais cuidadosos e espertos com seu trabalho.
- Adiciona significado e valor cultural às tarefas da escola.

Knapp e Glenn (1996), baseados em pesquisas realizadas na década de 80, procuraram compreender como os estudantes iriam reagir à tecnologia. Este questionamento, feito freqüentemente por professores, parece indicar que todos os estudantes amam a tecnologia e têm pouco problema em se adaptar a usá-la na sala de aula. Geralmente esta conclusão é verdadeira. As tecnologias interativas são uma parte do mundo de novas pessoas; entretanto, os estudantes diferem em suas atitudes para com as tecnologias e como as vêem como ferramentas da aprendizagem.

Um estudo realizado por Alvestad e Wigfield (1993) encontrou diferenças entre alunos que realizaram uma tarefa aprendizagem em um laboratório, com o uso de computadores. Alguns deles encaram a tarefa como um desafio e, por este motivo, parecem empenhar-se mais e conseguir melhores resultados. Outros, motivados pela curiosidade e pelo interesse, obtêm melhores resultados do que aqueles que procuraram unicamente ao professor. Ainda existem outros que têm critérios internos para o sucesso ou a falha e, com o uso de recursos tecnológicos, obtêm resultados melhores do que aqueles alunos que possuem critérios externos.

As novas tecnologias na formação do cidadão

Toflller (1995) analisa a sociedade atual, estudando a evolução da civilização no seu livro *A Terceira Onda*. Nesta obra, é proposta uma teoria da evolução da sociedade humana no tocante às formas de obtenção de riquezas. A primeira onda, ocorrida há cerca de 10 mil anos atrás, caracterizou-se com a mudança do modo de vida nômade para uma civilização agrícola. A segunda onda caracterizou-se com uma nova mudança; desta vez, com o aparecimento da atividade industrial há cerca de 300 anos. A terceira onda foi iniciada por volta de 1995[11], nos Estados Unidos e em alguns outros países no auge de seu desenvolvimento industrial, caracterizada pelo uso do conhecimento. Para Toflller (1995), o conhecimento passou a ser indispensável nos diversos sistemas produtivos. Essa teoria foi corroborada por outra obra editada por Toflller, *Power Shift* (Troca de Poder) (TOFFLER, 2003).

Como estamos vivendo plenamente esta "Terceira Onda", há a necessidade de se moldar um novo homem com perfil profissional não especialista, e sim voltado para habilidades múltiplas, sabendo lidar com situações imprevistas e estar sempre aprendendo. Estamos vivendo a chamada "revolução digital", que atinge todos os empreendimentos da humanidade, exigindo a contextualização de nossa situação social. Cabe aos educadores, sobretudo aos professores, adequar suas estratégias educacionais para garantir uma educação flexiva e adequada a esta realidade.

Quando utilizados adequadamente, fazendo parte de uma estratégia educacional adotada pelo professor, os computadores podem estar trazendo resultados positivos no processo de ensino aprendizagem. Esta constatação fica mais evidente quando a utilização dos computadores passa a atender necessidades reais dos alunos, sejam elas acadêmicas ou sociais, como na utilização desses equipamentos na vida.

A contextualização cada vez maior do uso desses equipamentos eletrônicos parece despertar, nos alunos, atitudes mais favoráveis em relação aos conteúdos estudados, o que pode facilitar o processo de aprendizagem. Neste

11 A data de 1995, adotada por Alvin Toflller, coincide com o início da disseminação do uso da Internet.

sentido, Tajra (2001) relata alguns aspectos positivos proporcionados pelo uso dos computadores na educação:

- As habilidades pessoais dos alunos podem gerar autonomia.
- Os alunos ficam mais motivados.
- Os alunos ficam mais curiosos.
- Existe mais possibilidade de que os alunos se ajudem.
- Aumenta a concentração dos alunos.
- A socialização é favorecida.
- Trabalhos corporativos e práticos acontecem com mais freqüência.
- Estimula a visão de uma realidade atual e globalizada.
- Estimula o aprendizado de novas línguas.
- O computador passa a ser uma importante fonte de consulta.
- Contribui para o desenvolvimento de habilidades de comunicação e lógica de pensamento.

Incorporar a Informática na Educação pode aumentar, também, as atitudes positivas do aluno na educação e na aprendizagem de uma forma geral. Essas atitudes positivas favorecem melhorias, também, na escrita, na leitura, na Matemática, na ciência de um modo geral. Passar a ter atitudes favoráveis é de suma importância, principalmente em conteúdos como a Matemática, em que parece existir uma pré-disposição negativa de alguns alunos, o que, freqüentemente, dificulta o aprendizado de conceitos básicos e o desenvolvimento de habilidades.

Por sua vez, as atitudes positivas para a aprendizagem melhoram a auto-estima e os sentimentos de realização do aluno, pois eles passam a estar no controle da sua aprendizagem e percebem as melhorias em suas habilidades para realizar tarefas. O uso dos computadores pode motivar, também, os estudantes para tentarem desenvolver algumas tarefas mais difíceis ou para tornar mais segura alguma tarefa manual, por exemplo, usando simulações.

A interação entre os alunos também pode ser aumentada quando os estudantes usam computadores. A aprendizagem cooperativa, centrada em torno de uma atividade usando o computador, por exemplo, conduz a um alto índice de relacionamento entre os alunos e a um aumento no número das idéias apresentadas para a realização das tarefas.

Em 1978, o National Council of Supervisors of Mathematics selecionou dez habilidades cognitivas básicas que os alunos devem apresentar para lidar melhor com situações que envolvam conceitos matemáticos. São elas:

1. Resolução de problemas.
2. Aplicação da Matemática em situações cotidianas.
3. Prontidão para a “racionalidade dos resultados”.
4. Estimativa e aproximação.
5. Habilidades apropriadas de cálculo.
6. Geometria.
7. Medidas.
8. Tabelas, diagramas e gráficos.
9. Usar a Matemática como predição.
10. Uso de computadores.

Em relação ao uso dos computadores, fica explicitada a necessidade de os alunos familiarizarem-se com essa tecnologia, conhecendo suas aplicações e limites.

Koening (1997), entrevistando Papert, solicitou a ele que, de forma resumida, falasse o que pensa sobre a tecnologia e a Educação, nossa situação atual e nossa provável situação no futuro. Sua resposta está transcrita a seguir:

> Vamos fazer uma comparação com algumas outras tecnologias. Quando a câmera de cinema foi inventada, a sua primeira utilização foi basicamente ser colocada à frente de um palco no qual os atores faziam o seu trabalho do mesmo jeito que vinham fazendo anteriormente. Demorou muito tempo para que os teatros auxiliados por câmeras se tornassem o que hoje conhecemos como cinema e televisão. O uso da tecnologia na educação está, em grande parte, no primeiro estágio, no qual a tecnologia é usada para realçar o que as pessoas já faziam antes, sem ela. Nas próximas duas décadas, começaremos a ver mudanças na maneira pela qual as pessoas pensam a respeito do aprendizado tão profundas quanto as mudanças que a tecnologia trouxe para a maneira pela qual vemos o entretenimento. Isso significará muito, muito mais do que colocar uma porção de computadores em escolas que não sofreram nenhuma outra mudança, e ensinar usando um currículo que, sob outros aspectos, não mudou nada. É impossível prever como será a escola do futuro. A história sempre supera os futuristas. Mas é fácil prever como ela NÃO será. Tenho certeza de que a prática de segregar as crianças e adolescentes por idade em "séries" será vista como um método antiquado e desumano, da época da "linha de montagem". Tenho certeza de que o conteúdo do que os alunos aprenderão terá muito pouco em comum com o currículo atual.

Nos anos 30, Celestin Freinet[12], um professor francês, inovou em sua sala de aula, levando para ela uma impressora com tipos de chumbo. Em suas aulas, os alunos elaboravam pesquisas e, depois, imprimiam-nas e distribuíam-nas para outras escolas. Esse é o método Freinet, que se tornou popular e foi usado por outras escolas até que, com o advento do nazismo, foi proibido. O método antecipava a descoberta da importância do "fazer" no processo de aprendizagem. Existe a expectativa de que o computador venha a ser o sucessor da tipografia de Freinet.

O software educacional no ambiente escolar

O início do uso da tecnologia no ambiente escolar teve um enfoque bastante tecnicista, segundo Tajra (2001, p.45). O uso do recurso tecnológico era privilegiado com o objetivo de racionalizar o trabalho, sem que fosse analisado o seu impacto no ambiente educacional. As escolas selecionavam, no mercado, os softwares que eram adequados ao conteúdo pedagógico ministrado pelos professores. Deste modo, os alunos que eram levados ao computador, por período de tempo nem sempre adequado, encontravam os equipamentos ligados, o software preparado para que alguma atividade fosse realizada e, quase sempre, um roteiro, uma seqüência de atividades a serem executadas para que algum objetivo fosse atingido.

Essa atividade mecânica dos alunos, simplesmente usando os computadores, certamente não representa uma proposta inovadora. Na verdade, os softwares que possuem esta abordagem ou que assim são utilizados podem ser compreendidos como livros didáticos eletrônicos, apresentados em outra mídia, não

12 Celestin Freinet (1896-1966), crítico da escola tradicional e das escolas novas, foi criador, na França, do movimento da escola moderna. Seu objetivo básico era desenvolver uma escola popular. Na sua concepção, a sociedade é plena de contradições que refletem os interesses antagônicos das classes sociais que nela existem, sendo que tais contradições penetram em todos os aspectos da vida social, inclusive na escola. Para ele, a relação direta do homem com o mundo físico e social é feita através do **trabalho** (atividade coletiva), e a **liberdade** é aquilo que decidimos em conjunto. Disponível em:<http://www.centrorefeducacional.com.br/freinet.html> Acesso em: 07/11/2005.

no papel, mas na tela de um computador. A aula que trabalha desta maneira poderia ser igualmente ministrada com os tradicionais recursos: giz, lousa e livro didático.

Dentre as duas abordagens para o uso do computador na educação (instrucionista e construcionista), a segunda delas é indicada como maneira possível de o computador promover uma mudança de paradigma pedagógico, pois, através dessa abordagem, o aluno constrói o seu conhecimento por meio do fazer algo, do seu interesse, no computador. Essa abordagem foi denominada por Papert de construcionismo. (VALENTE, 1993)

A interação do aluno com o computador pode ajudar no processo de resolução de problemas, além de auxiliar a construção do conhecimento e a compreensão de conceitos (MORELATTI, 2004b).

Valente (1993) mapeou a ação de resolver problemas com o uso de computadores, através do ciclo "descrição-execução-reflexão-depuração", em que:

> O aluno, quando resolve um problema através do computador, começa pensando na solução do problema e procura descrevê-la através de uma linguagem de programação. O computador, então, executa a idéia inicial e fornece um resultado. Ao observar o resultado, o aluno realiza uma reflexão, e caso o feedback dado não esteja de acordo com que esperava, o aluno tenta identificar os erros cometidos na descrição, para possíveis correções, depurando assim, o problema. A ação de resolver um problema através do computador foi mapeada por Valente (1993) através do ciclo descrição-execução-reflexão-depuração. (MORELATTI, 2004b).

Como o uso do computador no ambiente educacional é recente, a produção de software destinada a esta finalidade ainda carece de maiores critérios. De acordo com Tajra (2001, p.54), nos Estados Unidos, são produzidos, anualmente, dois mil softwares rotulados como educacionais. Porém apenas 2% deles são adotados pelas escolas.

É conveniente observar que o fato de o software ser ou não rotulado como educacional é bastante relativo. Na verdade, esta caracterização está mais vinculada à maneira como o software será usado, dentro da proposta pedagógica do professor, do que ao software em si. Se o software permite que seja visto com facilidade o que o aluno está criando, o professor encontrará mais facilidade em criar um ambiente de ensino construcionista. Caso contrário, haverá necessidade de um maior esforço por parte do professor.

A perspectiva existente é que haja um esforço para a produção de softwares que facilite o acompanhamento, por parte do professor, das atividades que os alunos constróem; assim será mais fácil entender o processo de construção do conhecimento do aluno, elaborando aulas mais criativas, dinâmicas e motivadoras. Esse software deve ser distribuído com um preço acessível e em quantidade suficiente.

Evidentemente que, para ser possível que os professores se apropriem dos softwares como recursos didáticos, eles devem estar capacitados para usar o recurso tecnológico, no caso, o computador, e também capacitados para avaliar e selecionar os próprios softwares.

A capacitação docente permitirá que os professores conheçam os vários recursos que estão disponíveis através do uso do computador. A partir de então, a dificuldade a ser superada é a seleção e a verificação da conveniência de se utilizar algum software na sua estratégia educacional.

Classificação dos softwares

Existem diversas maneiras de classificar os softwares. Neste trabalho, serão apresentadas algumas delas, com objetivo de mostrar como tem sido compreendido o seu uso educacional. De modo geral, os softwares educacionais podem ser divididos em dois grandes grupos. O primeiro, restrito àqueles softwares que foram desenvolvidos para finalidades educacionais, vislumbrando uma atividade disciplinar e o segundo grupo restrito àqueles softwares que, embora tenham finalidades diversas, podem ser usados dentro de uma estratégia educacional.

Tajra (2001, p.66) propõe a seguinte classificação geral dos tipos de softwares:

- **Tutoriais:** São softwares destinados a apresentar conceitos e instruções, baseados na visão dos desenvolvedores.

- **Exercitação**: Apresentam questões sobre conceitos previamente discutidos pelos professores e permitem que os alunos respondam a questões como forma de fixação dos conceitos estudados.
- **Investigação:** São grandes repositórios de dados, em que existem muitas informações sobre determinados assuntos.
- **Simulação:** Permitem que o aluno execute, virtualmente, atividades que seriam difíceis ou perigosas no mundo real.
- **Jogos:** Destinados à diversão e ao lazer. É conveniente observar que, nesta classificação, podem ser incluídos, também, softwares elaborados de modo que os jogos tenham conteúdos educacionais.
- **Abertos**: São aqueles que não têm uma utilização determinada, mas podem ser usados pelos professores para atingir algum objetivo educacional. Dentre eles, destacam-se os seguintes grupos:
    1. Editores de texto: Destinados à produção de textos, simulam uma máquina de escrever, permitem a realização de inúmeras atividades, dependendo da criatividade dos professores.
    2. Banco de dados: Destinados a arquivar, organizar e permitir a recuperação de dados, esses softwares podem ser utilizados pelos professores para atividades diversas.
    3. Planilhas eletrônicas: Destinados à realização de cálculos com a possibilidade de recalcular, automaticamente, todos os valores quando algum deles for alterado. Esses softwares podem ser utilizados para a realização de operações matemáticas e cálculos de modo geral.
    4. Softwares gráficos: Permitem a elaboração de desenhos no computador. Seu uso pode ser bastante satisfatório para produções artísticas.

5. Softwares de autoria: Destinados a aglutinar recursos produzidos por outros softwares, permitem que os alunos elaborem material com recursos multimídia.
6. Softwares de apresentação: Destinados à produção de apresentações de slides, que simulam as transparências utilizadas nos retro-projetores com incontáveis vantagens.
7. Softwares de programação: Destinados à criação de outros softwares. Apesar de excelentes para o exercício da criatividade dos alunos, dependem muito de conhecimentos sobre lógica de programação.
8. Softwares híbridos: Aqueles que agregam uma ou mais das funções explicadas anteriormente.

Uma outra proposta para classificar o uso dos softwares no ambiente educacional é apresentada por Baranauskas (1999). Esta classificação refere-se aos ambientes de aprendizado baseados no computador, que, por sua vez, modificam-se, acompanhando a própria evolução dos computadores e os pressupostos educacionais de cada época. Esta autora considera, também, para a classificação proposta, quem detém o controle da interação estudante-computador.

Uma primeira classe de sistemas, nominada nesta classificação de "Ensino Assistido por Computador", está vinculada ao paradigma instrucionista de aprendizagem e caracteriza-se por pouca ou nenhuma iniciativa e controle serem reservados aos estudantes.

A segunda classe proposta, chamada de "Ambientes Interativos de Aprendizagem", representa o paradigima construcionista, e delega o controle da interação com o software ao usuário ou compartilhado entre o usuário e o software.

Uma terceira classe, chamada de "Aprendizado Socialmente Distribuído", vislumbra as novas possibilidades que surgiram com a Internet e com a globalização da informação. Esta classificação baseia-se no paradigma do aprendizado "colaborativo".

Valente (1999c) classifica os diferentes tipos de software usados na educação, em função da maneira como eles podem promover a aprendizagem.

Duas são as possibilidades vislumbradas pelo autor: a informação é memorizada ou é processada pelos esquemas mentais já existentes, enriquecendo-os e promovendo a construção do conhecimento.

Deste modo, o computador e os softwares, no ambiente educacional, podem ser utilizados para "promover a passagem da informação ao usuário ou facilitar o processo de construção do conhecimento" (VALENTE, 1999c, p.90).

Para Valente, analisando softwares usados no ambiente educacional, é possível observar que essas duas possibilidades (memorização ou construção de conhecimento) não estão restritas ao software, e sim à interação aluno-software.

Apesar de ser possível classificar os diversos tipos de softwares em função de suas características, este trabalho estabelece o foco em dois grandes grupos: os tutoriais e a programação.

A característica principal dos softwares chamados tutoriais é a organização da informação, que será transmitida ao aluno em uma ordem pedagógica particular. O aluno pode seguir essa ordem pré-estabelecida ou escolher a informação que desejar, dentre as oferecidas pelo software.

Os softwares de programação, que permitem que o aluno elabore rotinas para "controlar o computador", podem ser vistos como uma ferramenta para resolver problemas (VALENTE, 1999c, p.92).

É preciso ressaltar que, apesar de a utilização de softwares no ambiente escolar poder contribuir no processo ensino aprendizagem, essa contribuição não depende unicamente do software escolhido. Neste sentido:

> Existem softwares que contribuem mais (ou menos) para essa compreensão (software aberto ou fechado). No entanto, a criação de um ambiente de aprendizagem que favoreça a construção do conhecimento e o desenvolvimento de habilidades de pensar, necessárias ao cidadão atual, não depende somente do software escolhido, mas sim do professor e da metodologia utilizada por ele. O desenvolvimento de projetos de trabalho utilizando o computador se apresenta como uma possibilidade metodológica para a criação de ambientes construcionistas de aprendizagem, uma vez que permite uma aprendizagem por meio da participação ativa dos alunos. Permite ainda, a vivência de situações-problema, a reflexão sobre elas e a tomada de decisão. Ao educador, compete resgatar as experiências do aluno, auxiliá-lo na identificação de problemas, nas reflexões e na caracterização dessas reflexões em ações (MORELATTI, 2004b).

O software Cabri-Géomètre II

Dentre os diversos softwares que podem ser usados no ambiente educacional, o presente trabalho tem foco nos que utilizam a tecnologia denominada Geometria Dinâmica[13].

Esta tecnologia refere-se à capacidade de construir configurações geométricas precisas com o computador, permitindo que, posteriormente, elas sejam alteradas em termos de posições, ângulos e dimensões, mantendo-se automaticamente as restrições estabelecidas na construção original (SANTOS, 2000).

A capacidade resultante da aplicação desta tecnologia traz como principais benefícios (KING e SCHATTSCHNEIDER, 1997):

- a precisão e a capacidade de visualização das relações geométricas;
- a possibilidade de exploração das construções e a descoberta de relações e propriedades geométricas;
- a prova de teoremas de forma experimental;
- a geração de transformações e lugares geométricos; e
- a possibilidade de simulação e de construção de micromundos com características próprias.

A geometria dinâmica, uma das tecnologias mais importantes surgidas nos últimos anos, no campo do ensino gráfico, foi implementada em softwares, como o Cabri-Géomètre II.

Este software foi criado na Universidade Joseph Fourier de Grenoble, (França) por Yves Baulac, Franck Bellemain e Jean-Marie Laborde. A palavra CABRI é abreviatura de "**Ca**hier de **Br**ouillon **I**nteractif", que significa caderno de rascunho interativo.

13 O termo "dynamic geometry" (geometria dinâmica) é marca registrada da *Key Curriculum Press*.

Em conformidade às classificações apresentadas neste trabalho, o Cabri Géomètre II é um software aberto, permitindo a interação entre o usuário e o software, o que favorece a sua utilização por professores.

Quanto à sua utilização, o Cabri Géomètre II permite a criação de quaisquer construções com régua e compasso, com recursos de animação e lugar geométrico. Com ele, é possível que se façam medições enquanto as relações entre elas são computadas. Também é capaz de associar elementos de geometria analítica às construções, fazendo atualizações automáticas nos parâmetros das equações, ao modificarem-se interativamente os elementos gráficos na tela.

O Cabri-Géomètre II prima pela sua interface amigável, permitindo que o estudante elabore projetos que podem levar ao descobrimento de propriedades, o que o torna indicado como instrumento de ensino-aprendizagem (LOURENÇO, 2000).

A linguagem utilizada pelo software Cabri-Géomètre II é apropriada para estimular o desenvolvimento de raciocínio matemático. O uso desse software pode trazer benefícios ao cenário de ensino e aprendizagem, principalmente nos seguintes aspectos:

- A linguagem visual usada pelo software facilita a compreensão dos conceitos abstratos da Matemática.
- A interatividade que ocorre durante o seu uso pode instigar o espírito de investigação, pois o usuário pode facilmente verificar as propriedades envolvidas, verificando os resultados obtidos.
- O desenvolvimento de atividades manipulativas concretas facilita o acompanhamento das diferenças individuais, levando a um aprendizado mais personalizado.
- O uso do software pode facilitar o desenvolvimento de sensibilidade em relação aos conceitos matemáticos disponibilizados como ferramentas e usados pelos alunos (BALDIN, 2002).

Outra característica existente no CABRI, que pode ser muito útil nas estratégias elaboradas pelo professor, é a sua capacidade de registrar as

construções realizadas pelo aluno, de modo que os caminhos que o aluno seguiu possam ser revistos a qualquer tempo.

Mesmo que as turmas sejam grandes e que o professor não consiga acompanhar o trabalho de cada aluno em tempo real, enquanto ele está tentando resolver o problema proposto, existe a possibilidade de resgatar, a qualquer momento, cada uma das tentativas do aluno. Desse modo, quando necessário, no momento conveniente, o professor poderá, acompanhando as etapas desenvolvidas pelo aluno, compreender melhor o modo como ele tentou resolver um determinado problema, identificando suas dificuldades e ajudando-o, se for o caso.

A utilização desse software tem sido ampliada com o passar do tempo. São indicativos para essa conclusão a crescente quantidade de escolas que o adotaram, os cursos de treinamento de professores promovidos pelo Estado e o aumento no número de trabalhos acadêmicos em que o software é utilizado pelos pesquisadores.

Utilização básica do Cabri-Géomètre II

Para iniciar o uso deste software, o usuário deverá “clicar” duas vezes sobre o ícone existente na área de trabalho do Windows:

Figura 18: Ícone de Abertura do Cabri.

Quando executado, o Cabri mostrará a sua tela inicial, reproduzida na Figura 18. Pequenas variações podem ser encontradas em função da possibilidade de se customizar algumas configurações.

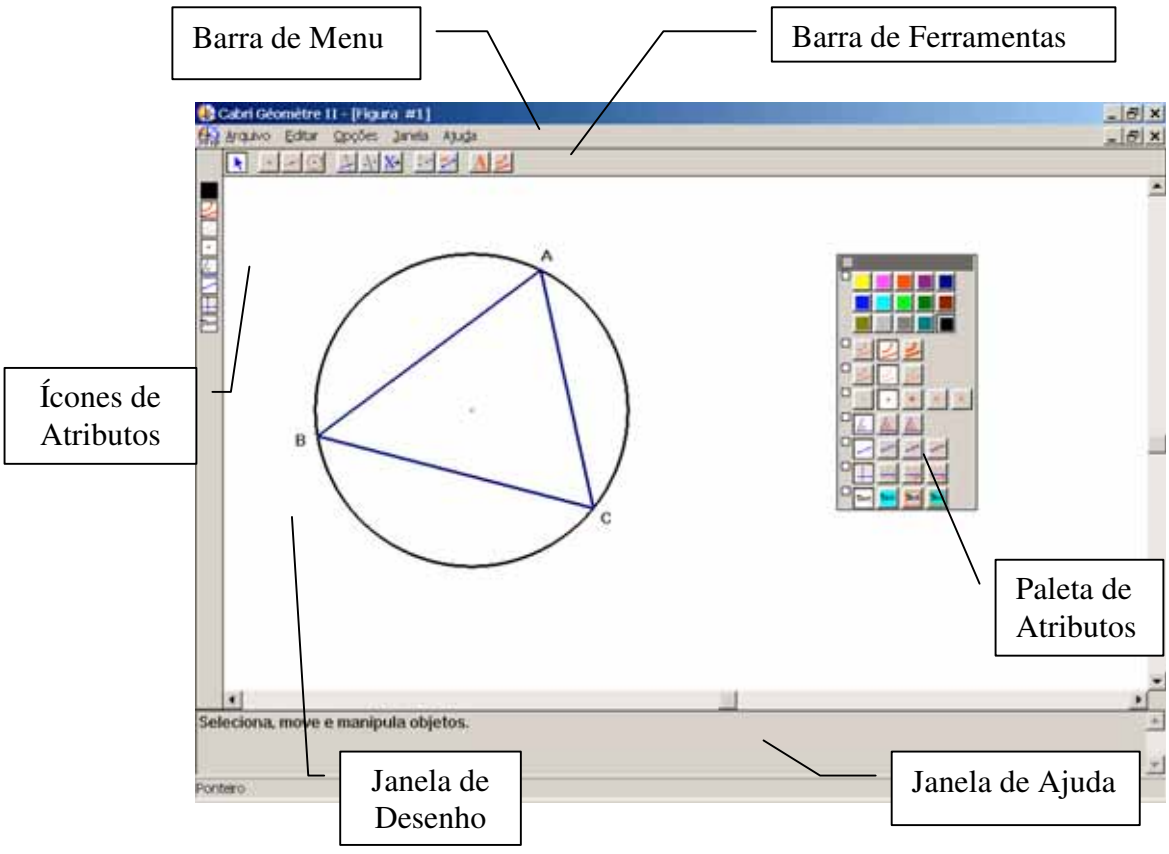


Figura 19: Janela Principal do Cabri.

Na janela principal do Cabri, podem ser identificados os seguintes elementos:

1. **Janela de desenho:** Esta região é onde se fazem as construções geométricas.
2. **Barra de menu:** A barra de menu contém menus de interface gráfica comuns para o usuário, para o gerenciamento e a edição de arquivos em conjunto com as opções do Cabri-Géomètre II.
3. **Barra de Ferramentas:** A barra de ferramentas contém as ferramentas de construção. Onze caixas de ferramentas são residentes na barra de ferramentas (ver ilustração abaixo). Para acessar uma caixa de ferramenta, deve-se pressionar e manter pressionado o botão do mouse sobre o ícone. Aparecem os itens desta caixa de ferramenta.

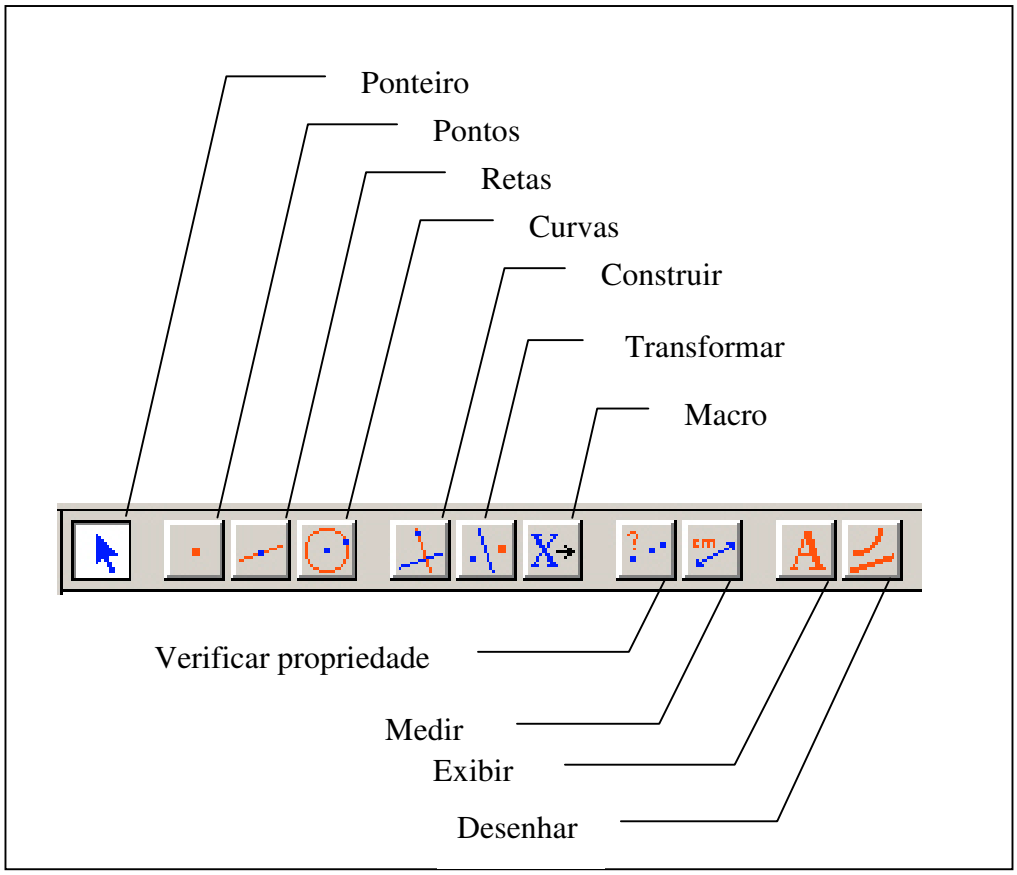


Figura 20: Barra de Ferramentas com as Caixas de Ferramentas do Cabri.

A função de cada uma das caixas de ferramentas está descrita resumidamente, em seguida:

- **Ponteiro:** Seleção ou transformações a mão livre.
- **Pontos:** Construindo pontos.
- **Retas:** Construindo objetos retilíneos.
- **Curvas:** Construindo circunferências, arcos ou cônicas.
- **Construir:** Construções da geometria euclidiana.
- **Transformar:** Geometria de transformação.
- **Macro:** Montando macros. As novas macros passam a fazer parte dessa caixa de ferramenta.
- **Verificar Propriedade:** Verificação de propriedades das construções, baseando-se na geometria euclidiana.
- **Medir:** Medidas ou cálculos.
- **Exibir:** Marcar suas construções ou animar objetos.
- **Desenhar:** Modificar a aparência de objetos ou mostrar o sistema de coordenadas.

4. **Ícones de atributos:** Os ícones de atributos não são exibidos, exceto se se selecionar o comando *Mostrar Atributos* no menu *Opções* da barra de menu. Eles permitem modificar a aparência de objetos. Pode-se criar uma paleta de atributo (menu de divisão), arrastando um ícone dos *Ícones de atributos* para a janela de desenho.

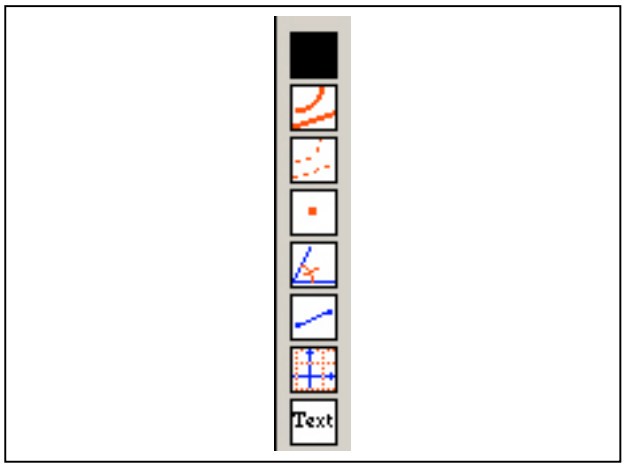


Figura 21: Ícones de Atributos do Cabri.

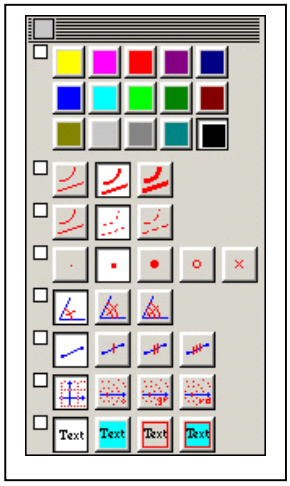


Figura 22: Ícones de Atributos do Cabri, Estendido.

5. **Opção do Menu Ajuda:** Clicando na opção de menu Ajuda e selecionando Ajuda ou pressionando a tecla F1, irá alternar a janela de ajuda entre ATIVADA e DESATIVADA.
6. **Ponteiro de Seleção:** O ponteiro de seleção é a ferramenta primária para selecionar menus e para construir. A forma do ponteiro modifica de acordo com a operação e a localização atuais.
7. **Caixa Fechar:** A caixa fechar fecha a janela e cria a caixa de diálogo que permite salvar o trabalho, se ainda não o tiver feito.
8. **A Caixa de Zoom:** alterna o tamanho da janela entre o atual e o tamanho tela cheia.
9. **Caixa Tamanho:** Arrastando a caixa tamanho para um novo local, redimensiona-se a janela de desenho.
10. **Barras de Rolagem**: Ao clicar nas barras de rolagem e nas setas de rolagem, move-se o conteúdo da janela de desenho verticalmente ou horizontalmente.

O usuário pode escolher a operação que deseja realizar nos menus *pull-down* existentes na barra de menu e na barra de ferramentas. A ferramenta escolhida permanecerá selecionada até que o usuário faça uma outra escolha.

O software disponibiliza os seguintes menus:

- **Arquivo:** Comandos para abrir, fechar, salvar ou imprimir construções.
- **Editar:** Comandos para selecionar ou copiar objetos, atualizar a janela de desenho ou exibir novamente as construções.
- **Janela:** Opções padrão para exibição no Windows.
- **Ajuda:** Opções de ajuda.

As opções existentes no menu estão resumidas e agrupadas na tabela abaixo. Existem as seguintes funções básicas disponíveis:

MENU ARQUIVO	MENU EDITAR	MENU OPÇÕES	AJUDA
Novo	Desfazer/Refazer	Mostrar/Esconder Atributos	Ajuda
Abrir...	Recortar	Preferências...	Sobre (Cabri II...)
Fechar[1]	Copiar	Configuração das Ferramentas...	
Salvar	Colar	Idioma	
Salvar como...	Limpar	Fonte	
Mostrar Desenho...	Selecionar Tudo		
Mostrar Página...	Selecionar Tudo		
Configurar Página...	Revisar Construção		
Imprimir...	Atualizar Desenho		
Sair			

Tabela 2: Mapa de Opções do Menu do Cabri.

O usuário pode, também, acessar ajuda *on line*, procedendo da seguinte maneira:

- Acessar a ajuda *on-line,* clicando na opção de Ajuda na barra de menu da janela de desenho do Cabri Geometry II e selecionando Ajuda.
- Aparece uma janela na base do desenho, que contém informações sobre a ferramenta atualmente selecionada.
- Selecionar ferramentas adicionais para ver as informações da ajuda.
- Remover a janela de ajuda, clicando no ícone da ajuda novamente.

Exemplos de utilização do Cabri-Géomètre II na trigonometria

Mostrar impresso o resultado de construções realizadas com o Cabri é tarefa inglória. Significa abrir mão dos dois recursos mais poderosos que diferenciam a utilização desse software. Em primeiro lugar, as construções são apresentadas depois de prontas, não sendo possível registrar no papel a sua construção, etapa por etapa, utilizando conceitos já assimilados. Em segundo lugar, não há como registrar no papel a característica de "geometria dinâmica" do Cabri, que faz conservar nas construções os atributos que foram definidos inicialmente, independente das alterações ocorridas na construção final, facilmente simuladas por meio de animações.

Mesmo assim, à guisa de exemplificação, são mostrados dois exemplos de aplicação que evidenciam as conveniências obtidas com o uso Cabri.

Exemplo 1. Supondo a existência de várias retas, entre elas a reta r. Traçando uma reta s, perpendicular à reta r, o software solicita que o usuário informe em relação a qual reta ela será perpendicular (Figura 23). Uma vez indicado esse atributo, as duas retas (retas r e reta s) sempre serão tratadas como perpendiculares; esse atributo será sempre mantido, mesmo que uma das retas tenha sua posição alterada (Figura 24).

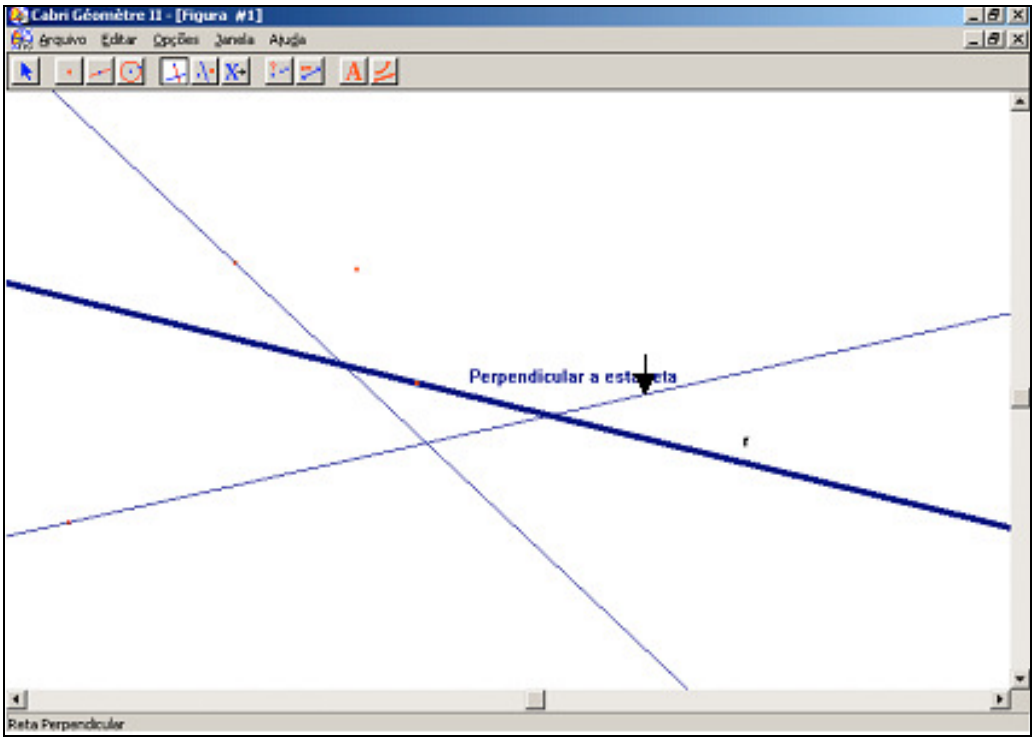


Figura 23: O Software Solicita Informação sobre onde a Reta "s" será Perpendicular.

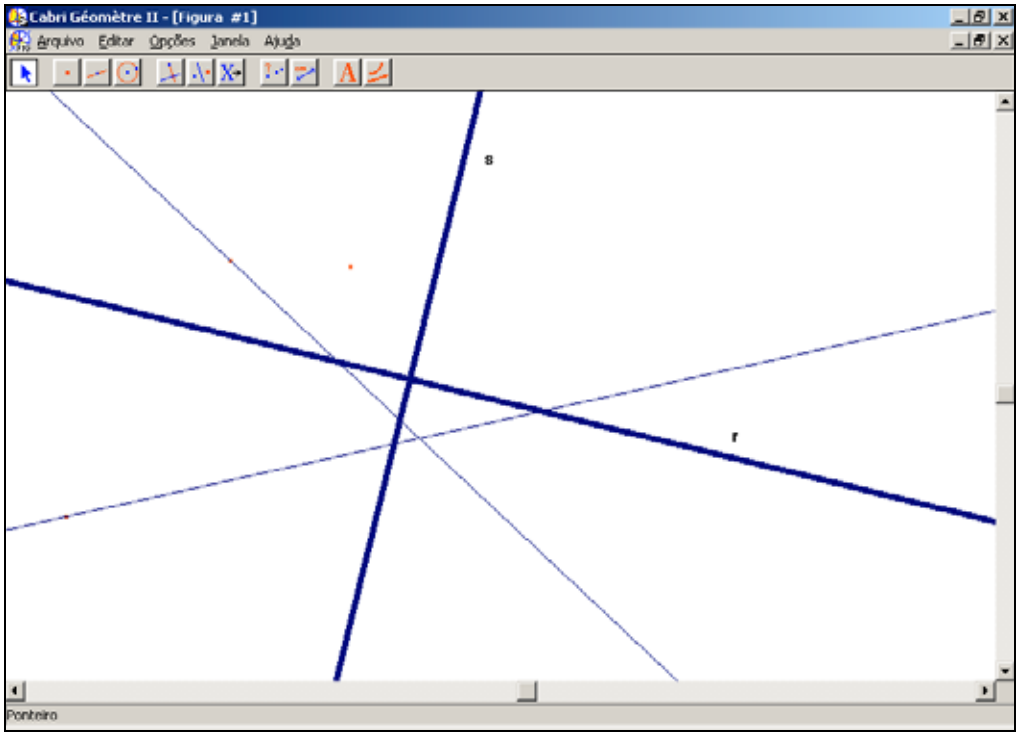


Figura 24: As Retas "r" e "s" São Perpendiculares.

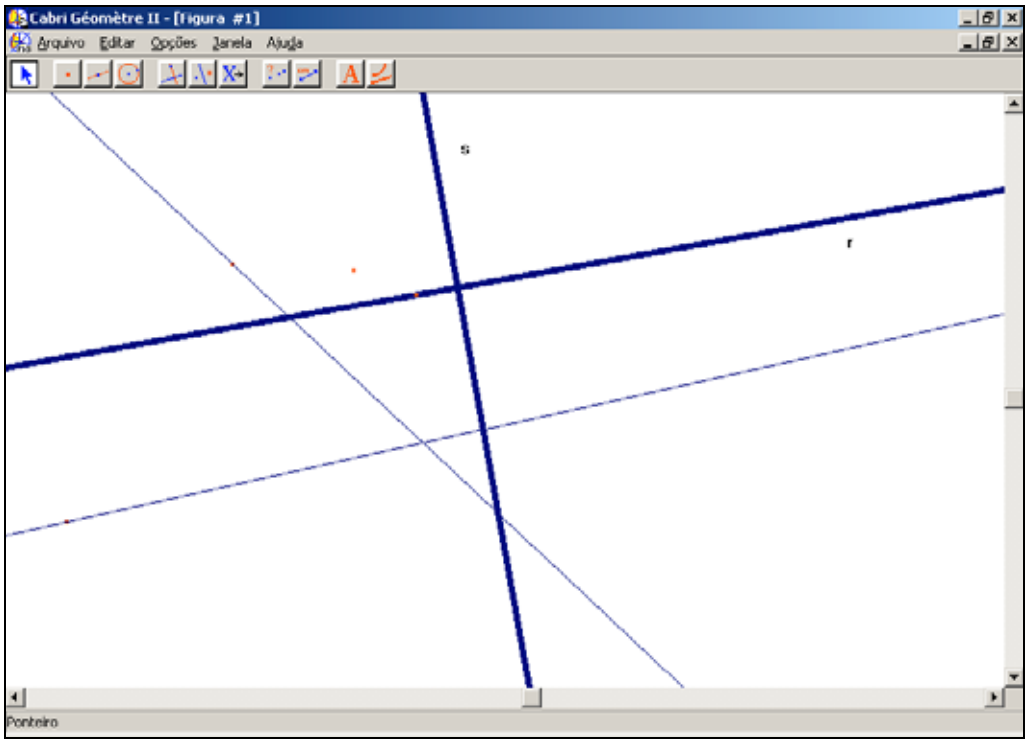


Figura 25: As Retas "r" e "s" Continuam Perpendiculares.

Exemplo 2. Supondo um ciclo trigonométrico construído no Cabri, em que se encontram indicadas as projeções do seno (**ON**), do cosseno (**OM**) e da tangente de um ângulo formado por um número real qualquer, colocado sobre a circunferência, representado pelo ponto **P** e o seu centro, **O** (Figura 25).

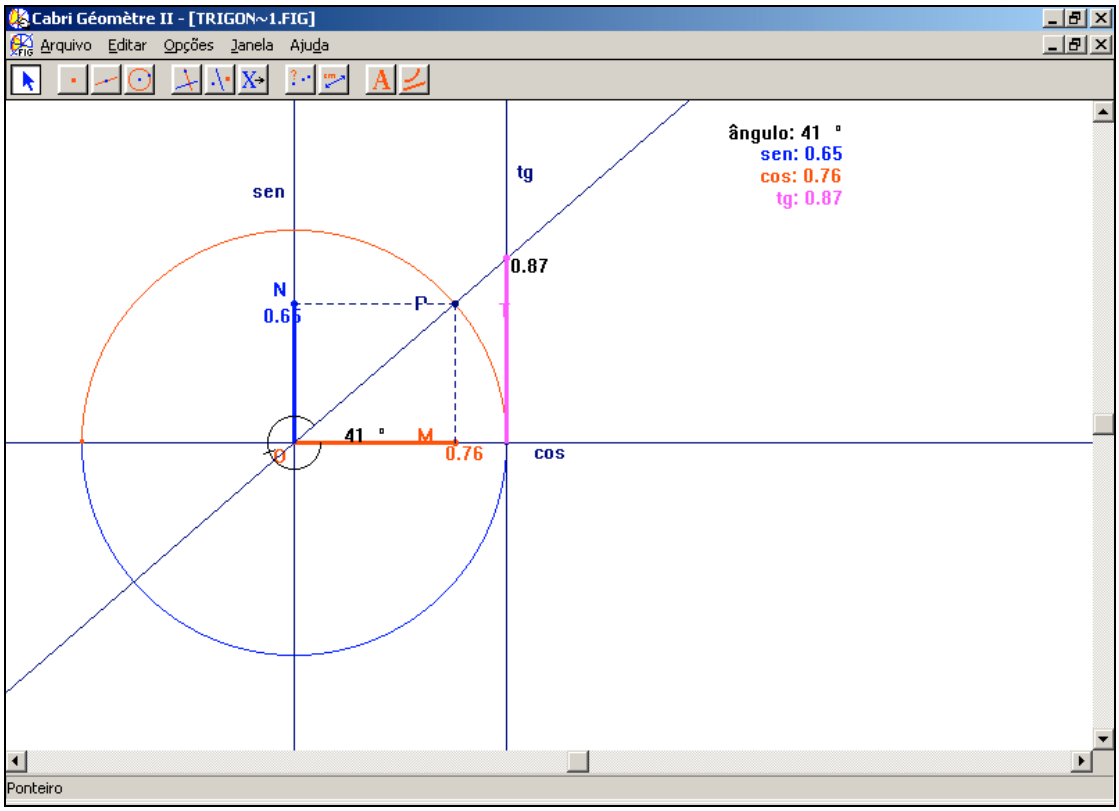


Figura 26: Ciclo Trigonométrico com as Projeções de Seno, Cosseno e Tangente.

Usando a ferramenta **Animação**, é possível fazer com que o ponto **P** se movimente continuamente e sem interferência do usuário, sobre a circunferência (isso porque ele foi definido como um ponto sobre a circunferência). Deste modo, o usuário irá visualizar o ponto **P** deslocando-se e alterando o valor do ângulo central. Junto com seu deslocamento, todas as projeções (seno, cosseno e tangente) também se deslocam proporcionalmente, permitindo ao usuário visualizar essas alterações. Além disso, os valores do ângulo e os valores do seno, cosseno e tangente desse ângulo, que aparecem no canto superior direito da Figura 26, também têm seus valores alterados.

A Figura 27 mostra uma posição diferente da inicial, com as alterações que ocorreram durante o deslocamento do ponto **P**.

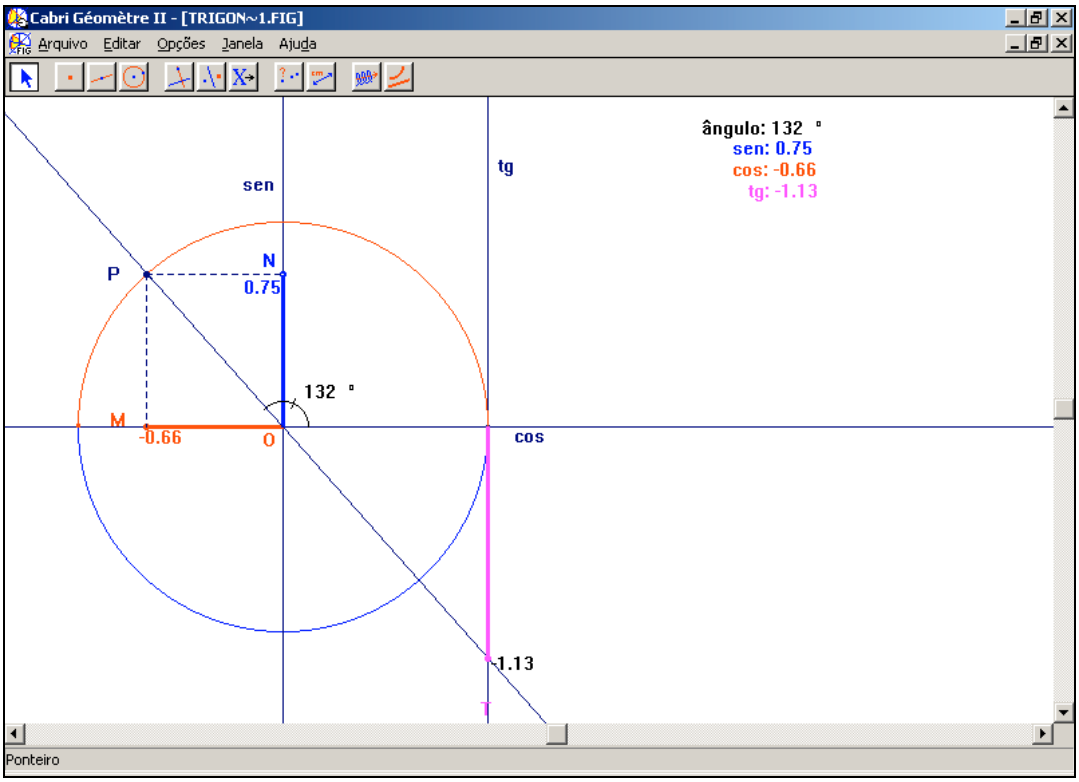


Figura 27: Ciclo Trigonométrico após o Deslocamento do Ponto P.

Capítulo 5 – Metodologia

Para o desenvolvimento desta pesquisa, houve a necessidade de interação com alunos da segunda série do ensino médio, que têm no conteúdo programático da disciplina Matemática, conceitos relacionados com Trigonometria. A forma com que essa interação aconteceu, as expectativas e os resultados obtidos são tratados neste capítulo.

Problema de Pesquisa

Como o uso de recursos tecnológicos, especialmente o microcomputador e os softwares com recursos gráficos, dentro de uma estratégia educacional elaborada e assistida pelo professor, pode influenciar na resolução de problemas de Trigonometria?

Objetivo Específico

Verificar como os sujeitos resolvem problemas de Trigonometria com auxílio do software Cabri-Géomètre II e as dificuldades havidas durante este processo.

Justificativa

O uso da tecnologia na educação tem sido objeto de estudo há tempos. Com o advento da microinformática e sua disponibilização nas salas de aula os professores passaram a dispor de novas ferramentas educacionais que, utilizadas, podem acarretar mudanças no processo educacional. Este trabalho auxilia na compreensão dessas mudanças, tornando-as mais claras para os educadores.

Sujeitos

Esta pesquisa foi iniciada com 127 alunos da segunda série do Ensino Médio de uma escola pública da cidade de Agudos-SP, escolhida por conveniência para a pesquisa, uma vez que se trata de uma escola pública, com quantidade razoável de sujeitos (alunos na segunda série do Ensino Médio), com laboratório de informática instalado e funcionando e, principalmente, onde a direção e o corpo docente recebeu bem a idéia da presente pesquisa, autorizando a sua realização e colaborando em cada uma de suas etapas.

Os sujeitos freqüentam a escola no período da manhã, distribuídos em cinco classes distintas, identificadas por letra, de "A" até "E", com quantidade variável de alunos em cada uma delas.

Destes alunos, seis foram selecionados como sujeitos a serem submetidos a uma intervenção[14] com o uso do Cabri Géomètre II. Entretanto, dois desses alunos não compareceram a todas as seções e foram, por esse motivo, desconsiderados nas análises efetuadas neste trabalho.

A intervenção foi realizada no final do ano letivo de 2005, visando garantir que os sujeitos já possuíssem conceitos relacionados com Trigonometria, conteúdo que é ministrado durante o segundo ano do Ensino Médio.

Instrumentos utilizados

Para que fosse possível caracterizar os sujeitos e verificar o grau de familiaridade destes com o uso de computadores, foi elaborado e aplicado um questionário, composto por 43 questões, identificado por **Pesquisa Sobre o Uso da Informática**, cujo modelo encontra-se anexado a este trabalho (ANEXO 1).

Com o objetivo de avaliar os conhecimentos que os sujeitos possuíam a respeito dos conceitos trigonométricos, foi elaborado e aplicado um questionário,

14 Neste trabalho o termo "intervenção" refere-se à atividade realizada com os sujeitos para a aplicação do software e observação das ocorrências durante a sua utilização.

identificado por **Questões de Trigonometria**, composto de dez questões objetivas. Um modelo desse instrumento encontra-se anexado a este trabalho (ANEXO 2).

Os sujeitos selecionados foram submetidos a uma intervenção aplicada com o uso efetivo do software Cabri Géomètre II. Nesta intervenção, foram usados três instrumentos chamados, neste trabalho, de Roteiro de Atividade, numerados de um até três, com abordagens diferentes, objetivando verificar, também, a maneira como os sujeitos os utilizavam.

O **Roteiro de Atividades 1** é uma atividade pré-programada, com vinte e sete questões, para a construção do Ciclo Trigonométrico com auxílio do Cabri Géomètre II, cujo modelo encontra-se anexado a este trabalho (ANEXO 3).

O **Roteiro de Atividades 2**, instrumento composto por doze questões relacionadas ao Ciclo Trigonométrico e às propriedades que podem ser verificadas na sua construção, pode ser encontrado anexado a este trabalho (ANEXO 4).

O último instrumento utilizado neste trabalho, chamado aqui de **Roteiro de Atividades 3**, é composto de 5 questões relacionadas à opinião dos sujeitos sobre o uso do Cabri Géomètre II e teve um modelo anexado a esta dissertação (ANEXO 5).

Método

A investigação teve uma abordagem qualitativa com um delineamento exploratório.

Normalmente, a abordagem qualitativa é utilizada em pesquisas que se caracterizam pela ausência, ou minimização da importância de medidas numéricas e análises estatísticas. A pesquisa, embora vislumbre de forma quantitativa dados como a caracterização dos sujeitos e seus conhecimentos em Informática, tem enfoque qualitativo, por referir-se a aspectos mais subjetivos do tema em estudo.

Trabalhos qualitativos com sujeitos que fazem parte de um mesmo grupo, por exemplo, professores, padres, alunos de uma determinada série, ou qualquer outra forma de aglutinação de interesses, devem resultar em repostas semelhantes, se o assunto estudado for comum ao grupo, uma vez que seus componentes compartilham de uma realidade comum. É o caso do presente trabalho, no qual os

sujeitos são, todos, alunos de uma mesma série, em uma mesma escola; sendo assim, compartilham experiências e devem apresentar respostas semelhantes se o assunto pesquisado for comum.

O estudo exploratório, escolhido como delineamento para esta pesquisa, justifica-se pela necessidade de se obter maior familiaridade sobre as implicações da utilização de computadores e de softwares gráficos na resolução de problemas trigonométricos, de modo a fornecer indicativos que possam facilitar a elaboração de estratégias educacionais.

Além disso, muito embora o tema “informática na educação” não seja novidade nas pesquisas acadêmicas, havendo inclusive certo consenso sobre a existência de vantagens na sua utilização, existem poucos estudos conclusivos sobre como utilizá-la, o que reforça a indicação para a realização de estudos exploratórios sobre o assunto.

Procedimento

O quadro abaixo (FIGURA 28) mostra, de modo gráfico, o procedimento utilizado nesta dissertação. Na seqüência, este procedimento utilizado é explicado de modo detalhado.

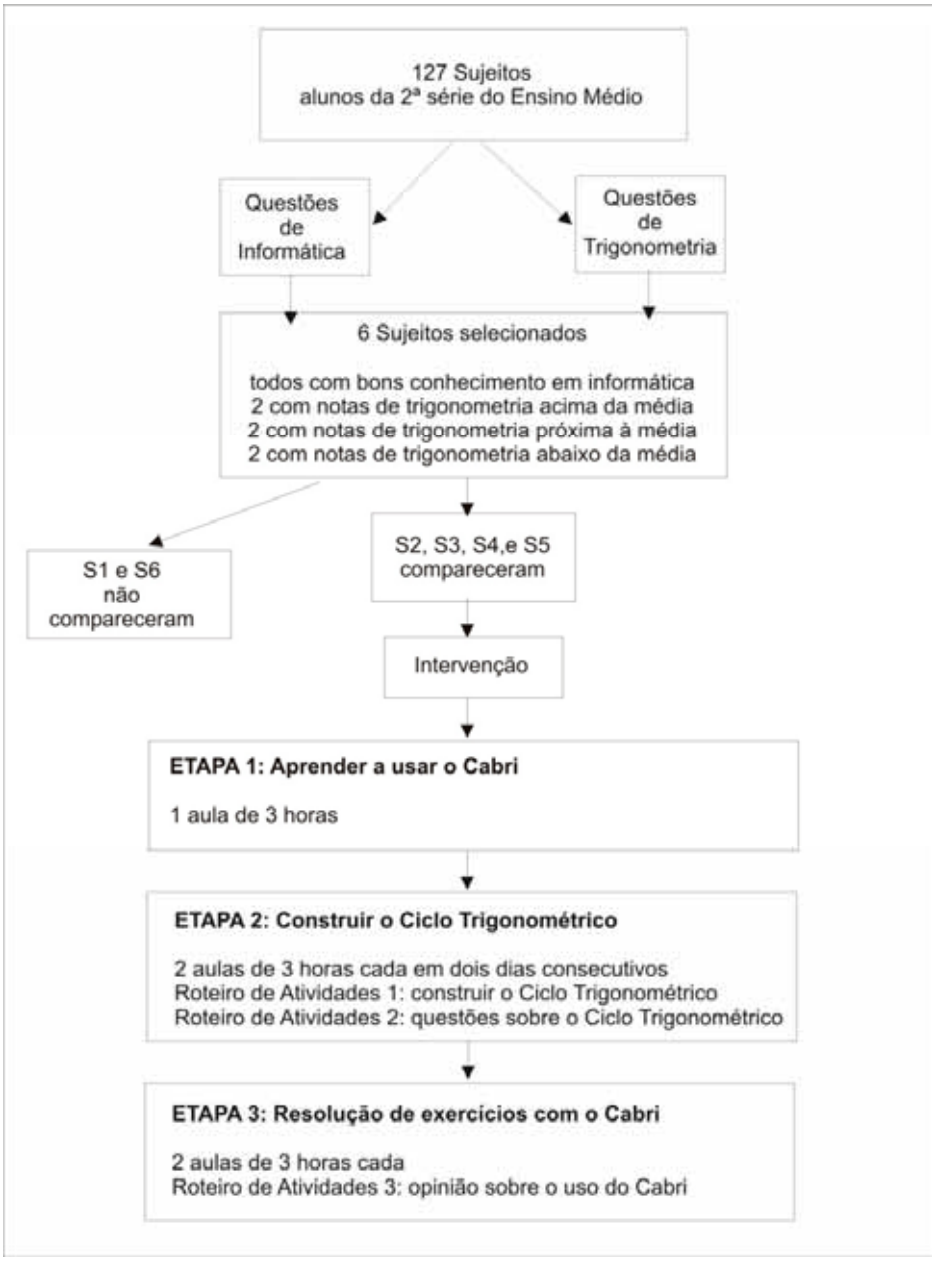


Figura 28 : Resumo do Procedimento Utilizado na Dissertação

Identificação da escola e dos sujeitos

Com o objetivo de investigar a hipótese norteadora deste trabalho, foi escolhida, por conveniência, uma escola pública da cidade de Agudos-SP. Nesta escola, foram selecionados, inicialmente, como sujeitos da pesquisa, todos os alunos da segunda série do Ensino Médio, em função de o conteúdo Trigonometria ser estudado nesta série.

Descrição do Laboratório

O laboratório de Informática da escola localiza-se em um prédio separado, com uma área de 9 metros por 6 metros, onde encontram-se 10 microcomputadores, especificados na tabela abaixo (Tabela 3):

Identificação	Configuração	Situação
M1	Sempron 2Ghz, 256 Mb RAM, CD-ROM, Windows XP	OK
M2	Sempron 2Ghz, 256 Mb RAM, CD-ROM, Windows XP	OK
M3	Sempron 2Ghz, 256 Mb RAM, CD-ROM, Windows XP	OK
M4	Sempron 2Ghz, 256 Mb RAM, CD-ROM, Windows XP	OK
M5	Sempron 2Ghz, 256 Mb RAM, CD-ROM, Windows XP	OK
M6	Pentium 166, 16 Mb RAM, CD-ROM, Windows XP	Não funciona
M7	Pentium 166, 16 Mb RAM, CD-ROM, Windows XP	OK
M8	X86, 64 Mb RAM	OK
M9	X86, 64 Mb RAM	OK
M10	X86, 64 Mb RAM	OK

Tabela 3: Identificação dos Equipamentos do Laboratório de Informática.

O laboratório possui uma TV para ser ligada aos micros e ser usada pelo professor em aulas: porém, o equipamento que permite essa ligação encontra-se danificado.

Encontram-se, no laboratório, três impressoras jato de tinta danificadas e uma impressora laser em uso.

O ambiente do laboratório é compartilhado com a "rádio escola", operada por alunos, onde encontra-se instalado equipamento de som para a divulgação de "notícias" e músicas nos horários de intervalo, restrita ao ambiente da escola.

Os micros são ligados em rede com um *hub*[15] e existe possibilidade de conexão com a Internet, a uma velocidade muito lenta.

O laboratório pode ser usado pelos professores através de solicitação à direção, onde é guardada a chave da porta de entrada e dos cadeados da grade de segurança.

15 *HUB* é um equipamento eletrônico que permite a ligação de diversos micros uns aos outros, para que os recursos possam ser compartilhados.

Caracterização dos sujeitos

O primeiro contato com os sujeitos foi caracterizado por dois momentos ocorridos em um mesmo dia, através da aplicação de instrumentos para a coleta de dados nas salas de aula, com a colaboração dos professores de Matemática.

No primeiro momento, foi aplicado um questionário com 43 questões relativas à caracterização dos sujeitos e à familiaridade destes com a utilização de recursos de Informática (ANEXO 1). Os dados obtidos foram tabulados e os resultados serão apresentados neste trabalho, de modo a fornecer o perfil dos sujeitos envolvidos.

Em um segundo momento, com o auxílio de um segundo instrumento, os sujeitos foram submetidos a um questionário, na expectativa de avaliar os conceitos que eles já possuíam sobre Trigonometria (ANEXO 2). Os dados obtidos foram tabulados e anexados a este trabalho.

Seleção dos sujeitos para a intervenção

Baseando-se nos resultados obtidos na fase de caracterização dos sujeitos, seis participantes foram selecionados e submetidos a uma intervenção com o uso do Cabri Géomètre II.

A seleção desses sujeitos teve como critério inicial o conhecimento em Informática. Como o objetivo deste trabalho é avaliar a utilização de recursos informatizados na resolução de problemas, envolvendo conceitos trigonométricos, não foram considerados os sujeitos que demonstraram desconhecer totalmente esses recursos.

Os sujeitos com, pelo menos, algum conhecimento em recursos informáticos foram classificados em função da nota obtida nas “Questões de Trigonometria”, instrumento aplicado na fase de caracterização dos sujeitos, e selecionados, tendo como critério a média da amostra estudada, sendo dois sujeitos

com notas consideradas muito abaixo da média; dois sujeitos com notas próximas à média e dois com notas consideradas altas em relação à média.

Intervenção

Os seis sujeitos selecionados foram submetidos a uma intervenção com o uso efetivo do software Cabri-Géomètre II como instrumento de auxílio na resolução de problemas relacionados com a Trigonometria.

Essa intervenção foi realizada no laboratório de Informática da escola, fora do período das aulas, com duração de, aproximadamente, três horas cada uma, durante cinco dias consecutivos.

A participação dos sujeitos nessa intervenção foi acompanhada e os seus comentários e depoimentos, pertinentes à pesquisa, foram transcritos para que fosse possível avaliar de que maneira o uso do computador e do software estavam influenciando na resolução dos problemas propostos. Os relatos relevantes foram transcritos para o presente trabalho. Entretanto, dois dos sujeitos não compareceram a todas as etapas da intervenção, sendo, por este motivo, desconsiderados neste trabalho.

A intervenção foi aplicada em três etapas distintas:

ETAPA 1 – O Uso do Software Cabri-Géomètre II

Os sujeitos foram levados ao laboratório de Informática e submetidos ao primeiro contato direto com o software Cabri-Géomètre II, já que nenhum deles possuía conhecimento anterior sobre o uso deste software.

As funcionalidades do software foram apresentadas aos sujeitos pelo autor deste trabalho, em uma aula expositiva de 3 horas, sem auxílio de material de apoio. Os exemplos mostrados e as atividades desenvolvidas pelos sujeitos referiram-se a

construções com triângulos, ângulos e assuntos relacionados com a Trigonometria, principalmente o cálculo de distâncias inacessíveis.

Os sujeitos foram observados durante o uso do software, e as suas reações e o modo como eles o utilizavam foram registrados.

ETAPA 2 – A Construção do Ciclo Trigonométrico no Cabri-Géomètre II

Esta etapa teve a duração de duas aulas de 3 horas cada uma, em dois dias consecutivos.

Os sujeitos receberam um material de apoio, chamado, neste trabalho, de **Roteiro de Atividades 1: Construção do Ciclo Trigonométrico,** elaborado especificamente para essa finalidade, que consiste de uma atividade pré-programada para a construção do ciclo trigonométrico (ANEXO 3).

Após cumprir essa etapa, os sujeitos resolveram questões propostas, no **Roteiro de Atividades 2: Questões sobre o Ciclo Trigonométrico**, para que fosse possível observar como os sujeitos usariam o software na resolução de problemas relacionados a cálculo de distâncias inacessíveis (ANEXO 4).

As maneiras como os sujeitos agiam quando seguiam as instruções pré-programadas, ou quando resolviam os problemas através das questões propostas, foram registradas para análise posterior.

ETAPA 3 – Resolução de Problemas com o Uso do Cabri-Géomètre II

Nesta última etapa, aplicada em dois dias consecutivos de, aproximadamente, três horas cada, os sujeitos foram submetidos à mesma avaliação de Trigonometria que já haviam realizado na fase de caracterização dos sujeitos (ANEXO 2), mas, agora, eles deveriam tentar resolver os exercícios propostos com o auxílio do software Cabri-Géomètre II. A maneira como os sujeitos procediam durante a resolução desses exercícios foi observada e registrada.

Ainda nesta etapa, os sujeitos foram incentivados a expressar sua opinião sobre o uso do Cabri-Géomètre II, através da aplicação de um instrumento, chamado, aqui, de **Roteiro de Atividades 3: Questões sobre o uso do Cabri** (ANEXO 5).

Capítulo 6 - Análise dos dados

Caracterização dos sujeitos:

Os sujeitos desta pesquisa são todos alunos da segunda série do Ensino Médio; portanto, na sua maioria com idade em torno de 16 anos (60%) ou 17 anos (27%) (Gráfico 1). Foi constatada uma pequena predominância do sexo feminino (53%) (Gráfico 2) e uma renda familiar entre um e cinco salários mínimos (67%) (Gráfico 3).

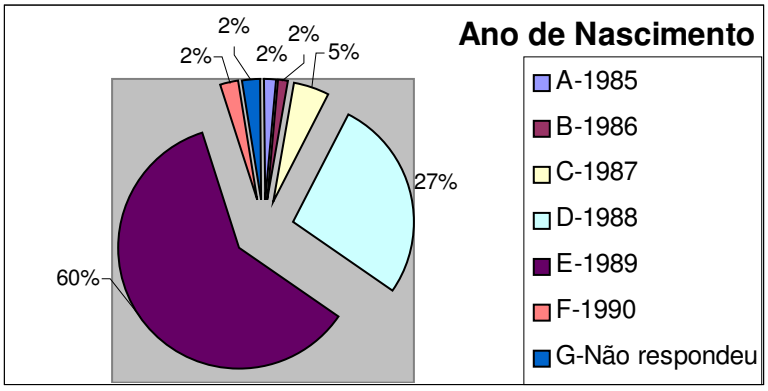


Gráfico 1: Ano de Nascimento dos Sujeitos

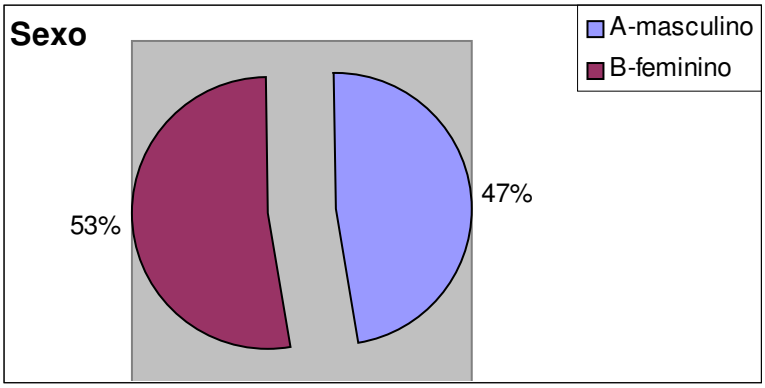


Gráfico 2: Sujeitos Distribuídos por Sexo.

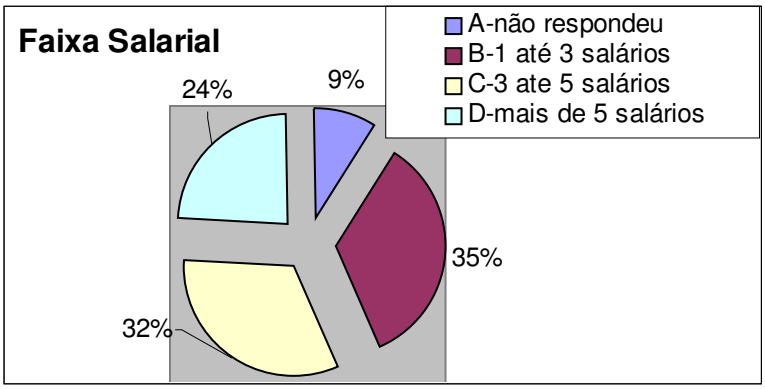


Gráfico 3: Sujeitos Distribuídos por Faixa Salarial.

Conhecimentos prévios sobre informática:

O conhecimento que os alunos já possuíam sobre Informática pode ser avaliado com a análise dos dados obtidos com a aplicação do questionário denominado **Pesquisa Sobre o Uso da Informática**. As respostas dos 127 sujeitos, alunos da segunda série do ensino médio, estão tabuladas no ANEXO 1, inclusive mostrando as diferenças que podem haver entre as classes.

Em relação ao uso específico dos principais recursos de Informática, os resultados obtidos com todos os alunos entrevistados estão representados na Tabela 4.

A **MÉDIA**, existente na Tabela 4 foi obtida do seguinte modo: Atribuindo-se nota 10,0 aos sujeitos que alegaram conhecer muito a respeito do software, nota 5,0 aos que alegaram conhecer pouco e nota 0,0 aos que alegaram não conhecer nada. A soma dessas três ponderações foi dividida pelo número de sujeitos que se manifestou sobre cada um dos softwares.

SOFTWARE	MUITO (NOTA 10,0)	POUCO (NOTA 5,0)	NADA (NOTA 0,0)	MÉDIA
Windows	44	60	22	5,87
Word	54	47	25	6,15
Excel	29	62	36	4,72
Power Point	47	50	29	5,71
Internet	58	46	23	6,38
ICQ	21	31	75	2,87
Messenger	41	18	68	3,94
Orkut	32	31	62	3,80
e-mail	50	34	42	5,32
Delphi	3	25	97	1,24
DOS	14	27	86	2,17
Photo Shop	21	31	75	2,87
Corel Draw	12	28	87	2,05
Acrobat Reader	6	20	101	1,26

Tabela 4: Conhecimento que os Alunos Alegam ter sobre o Uso de Softwares.

Analisando esses dados, fica claro que a maioria dos alunos acredita saber usar os softwares chamados básicos (WINDOWS, WORD, EXCEL, POWER POINT) e a INTERNET, bem como os e-mails. Em relação aos softwares de comunicação mais difundidos atualmente (ORKUT, MESSENGER e ICQ), parece existir uma igualdade entre aqueles que julgam nada saber e os demais.

Em relação aos demais softwares apresentados no questionário, a maioria dos alunos alega desconhecê-los. Graficamente, esses resultados podem ser representados do modo que segue (Gráfico 4).

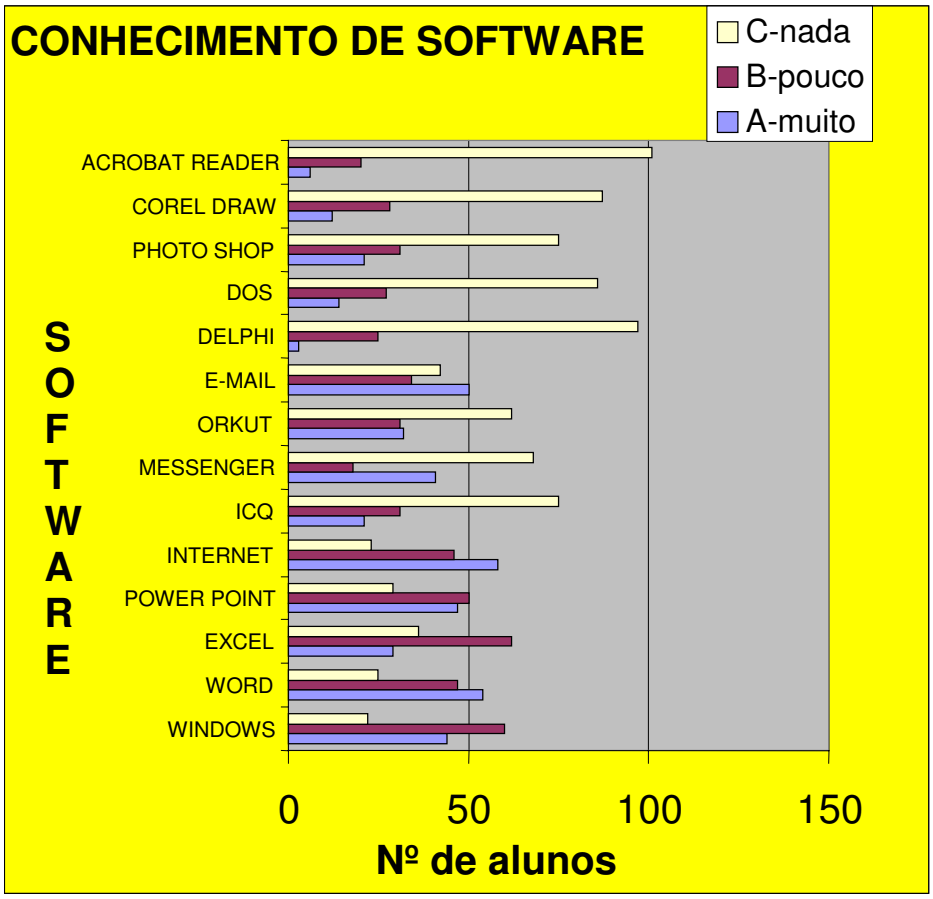


Gráfico 4: Conhecimentos que os Sujeitos Alegam ter Sobre Informática.

Objetivando especificar melhor como os alunos usam os recursos informáticos, as respostas dos sujeitos trazem importantes indicativos.

Dos entrevistados, 63% alega que sabe usar *sites* de busca na Internet (Gráfico 5), e 68% deles alega saber copiar material encontrado na Internet para elaborar trabalhos acadêmicos (Gráfico 6).

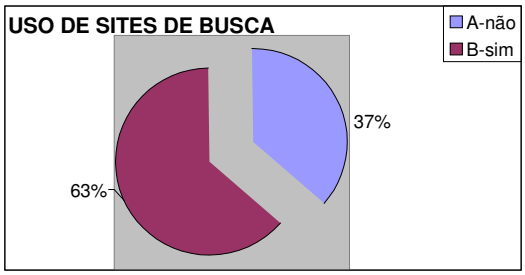


Gráfico 5: Sujeitos que Alegam Saber Usar Sites de Busca.

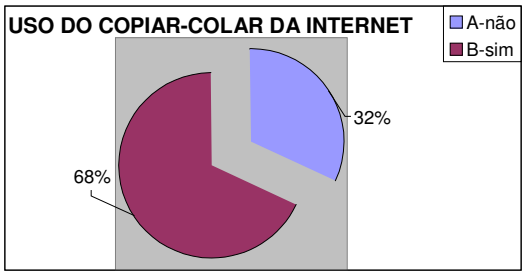


Gráfico 6: Sujeitos que Alegam Saber Copiar-Colar da Internet.

A grande maioria, 90%, nunca comprou nada pela Internet (Gráfico 7); porém, 49% alega já ter gravado CDs em micros (Gráfico 8).

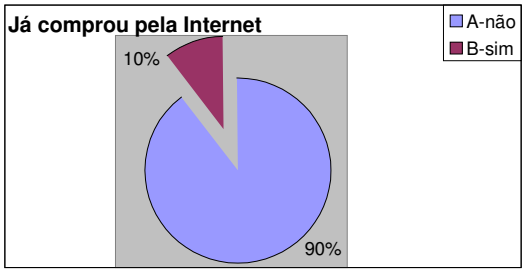


Gráfico 7: Sujeitos que Alegam já ter Comprado pela Internet.

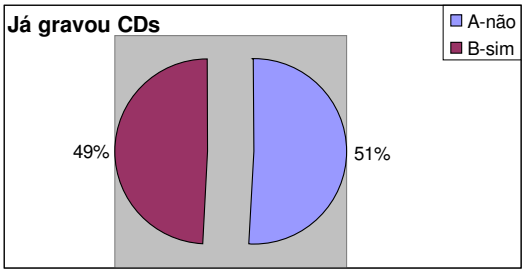


Gráfico 8: Sujeitos que Alegam já ter Gravado Cds no Micro.

A grande maioria dos alunos entrevistados (90%) alega gostar de usar o microcomputadores (Gráfico 9).

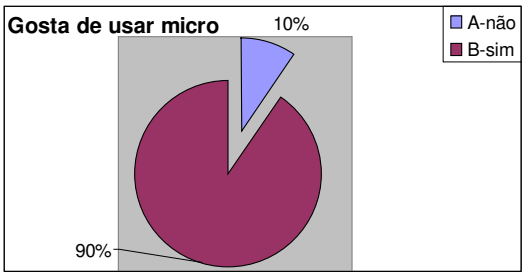


Gráfico 9: Sujeitos que Alegam Gostar de Usar Micros.

Em relação ao local onde os sujeitos usam o microcomputador, 43% indicou a própria casa, 25% indicou a escola e apenas 8% indicaram o local de trabalho (Gráfico 10). Há de se observar que 24% não respondeu a esta pergunta, provavelmente por não usar micros em lugar algum. Além disso, precisa ser considerado que os entrevistados podiam, nesta questão, indicar mais de uma resposta.

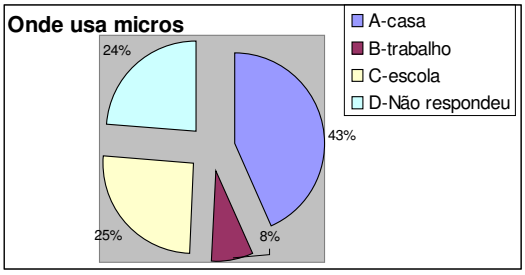


Gráfico 10: Local onde os Sujeitos Usam o Micro.

Este resultado é melhor que a média nacional obtida na pesquisa do Comitê Gestor da Internet, onde foi constatado que 55% da população nacional não usa microcomputadores (CGI-BR, 2005).

Conhecimentos prévios sobre trigonometria:

Com o objetivo de avaliar os conhecimentos já existentes sobre Trigonometria, foi aplicada uma prova (ANEXO 2) com dez perguntas objetivas sobre o assunto para todos os 127 sujeitos. Foram escolhidos alguns conceitos básicos da geometria plana como triângulo, triângulo retângulo, bem como alguns princípios como razões trigonométricas. Além disso foram apresentadas algumas situações problema para avaliar a aplicação prática das razões trigonométricas. A tabulação das notas obtidas pelos sujeitos encontra-se no ANEXO 7.

A média aritmética das notas obtidas pelos sujeitos foi 2,27. O gráfico 11, abaixo, mostra a quantidade de alunos que acertou cada questão.

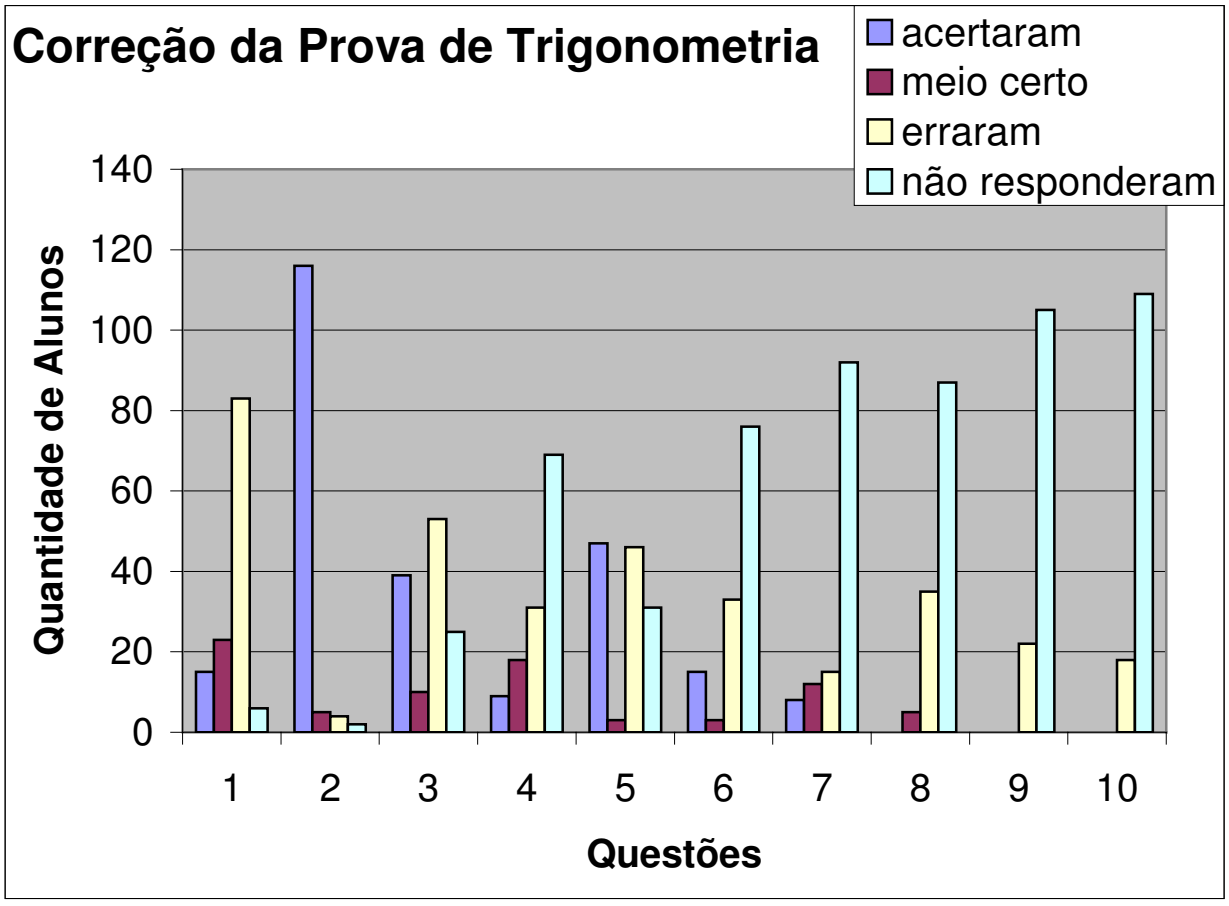


Gráfico 11: Correção da Prova de Trigonometria.

Para melhor compreender as dificuldades que os alunos encontraram na resolução das questões de Trigonometria, o resultado de cada uma delas foi analisado individualmente, e os resultados apresentados a seguir.

As respostas da questão 1 (Gráfico 12) mostraram um resultado inesperado. Solicitados a responder "O que é um triângulo?", surpreendentemente, somente 12% dos sujeitos apresentou uma resposta considerada completamente certa evidenciando alguns atributos definidores, enquanto 65% errou.

O motivo aparente para esse resultado foi a falta de formalização utilizada pelos sujeitos em suas respostas. Acredita-se que eles devam saber o que é um triângulo, mas não se pode considerar correta respostas do tipo *"Um bagulho com três lados"*, ou *"Uma coisa com três lados"*, ou ainda, *"Uma figura com três pontas",* respostas que ocorreram com grande freqüência.

Esse resultado mostra a importância do domínio da linguagem matemática para saber se expressar, para formar conceitos e, de acordo com Mayer (1992) resolver problemas.

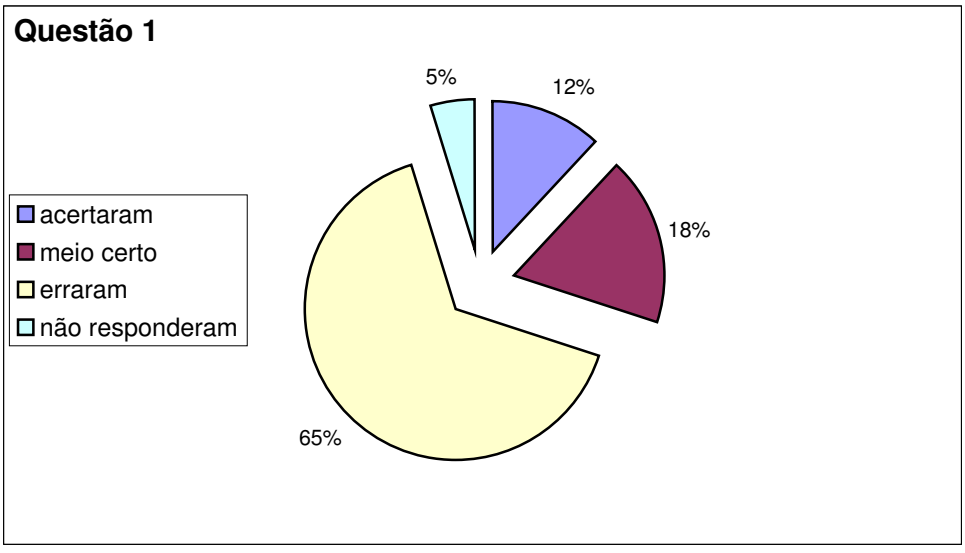


Gráfico 12: Correção da Questão 1.

Na questão 2, cujas respostas foram representadas no Gráfico 13, "Desenhe três tipos diferentes de triângulos", a grande maioria dos sujeitos (91%) teve a resposta considerada correta. Observando os desenhos que os alunos apresentaram como resposta, existem indícios de que a maioria tentou desenhar um triângulo retângulo, um equilátero e um isósceles.

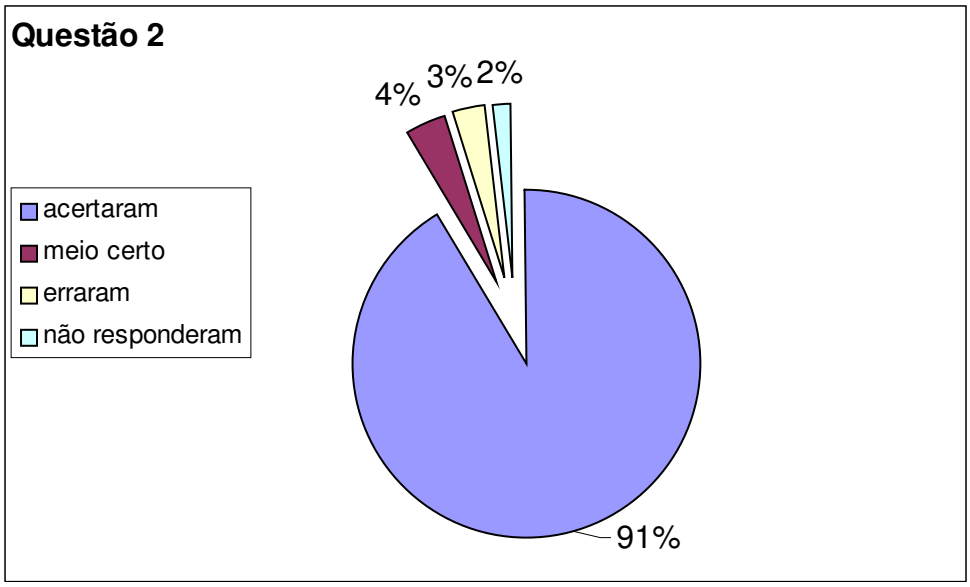


Gráfico 13: Correção da Questão 2.

Na questão 3 "O que é um triângulo retângulo? Explique.", o objetivo era verificar se os conceitos relacionados com o triângulo retângulo eram claros para os sujeitos. O Gráfico 14, representando a correção desta questão, mostrou que apenas 31% dos sujeitos conseguiram expressar corretamente a resposta. A análise das respostas indica que os sujeitos confundem alguns conceitos ou, pelo menos, relacionam-nos de modo equivocado. Exemplo disso pode ser encontrado quando os sujeitos respondem que *"triângulo retângulo é aquele que tem seno, cosseno e tangente."*

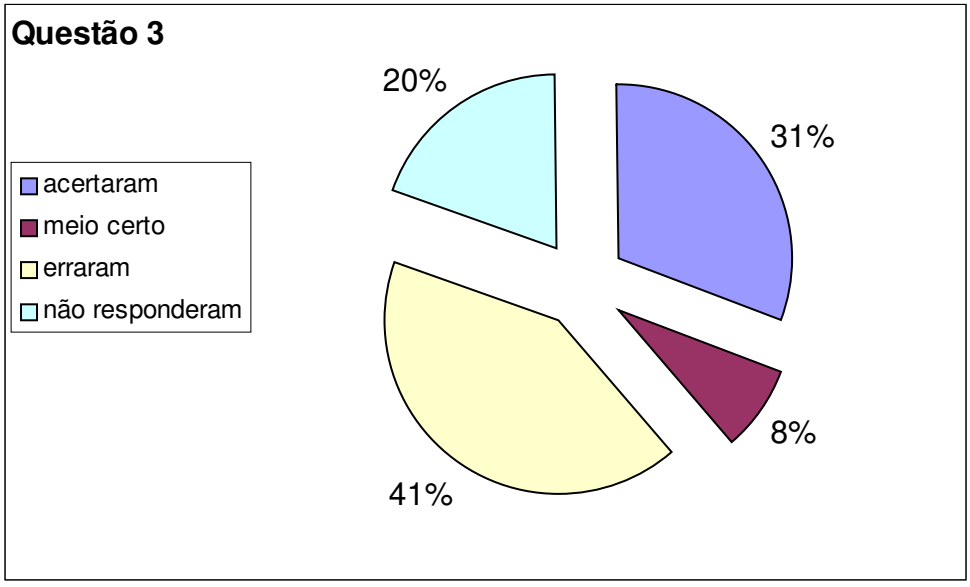


Gráfico 14: Correção da Questão 3.

A questão 4 “Conhece alguma propriedade ou princípio envolvendo triângulo retângulo? Explique.”, tinha como objetivo investigar se os sujeitos conseguiam expressar alguma propriedade relacionada com triângulos retângulos. A correção da questão mostrou que 55% dos sujeitos respondeu corretamente (Gráfico 15), sendo que a propriedade mais representada foi a relação do Teorema de Pitágoras.

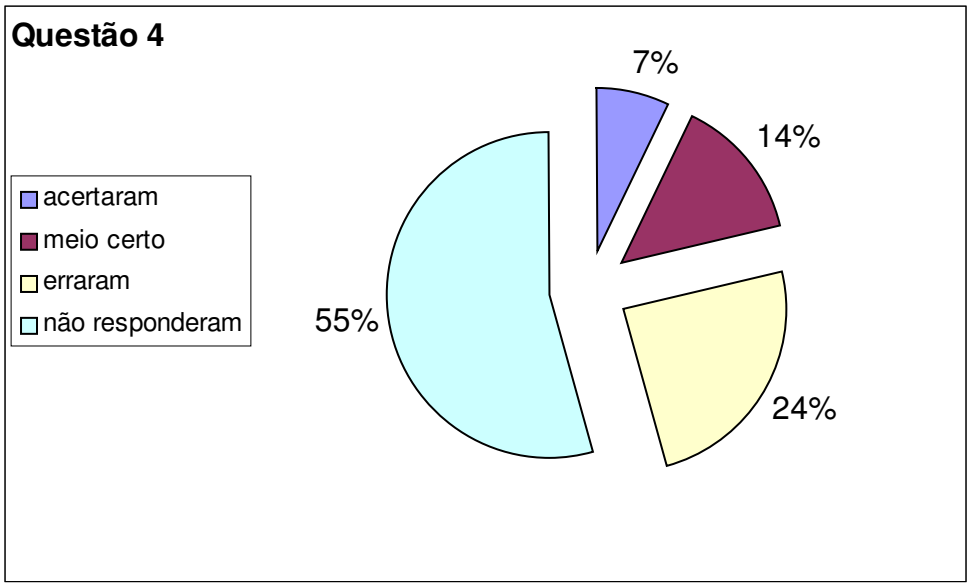


Gráfico 15: Correção da Questão 4.

O objetivo da questão 5, “Podem existir triângulos retângulos com dois ângulos retos?”, foi verificar se os sujeitos compreendiam o princípio relacionado com a soma dos ângulos internos de um triângulo. As respostas parecem indicar que os sujeitos fazem muita confusão com esse conceito. O Gráfico 16 mostra que apenas 38% respondeu de modo correto. Mesmo assim, foi constatado, nestas respostas, que os sujeitos apresentavam deficiências em relacionar alguns conceitos, como exemplo, respostas onde os sujeitos, acertadamente escreveram que o triângulo não pode ter dois ângulos retos, mas justificaram com frases do tipo: “*se não ele seria um retângulo.*”

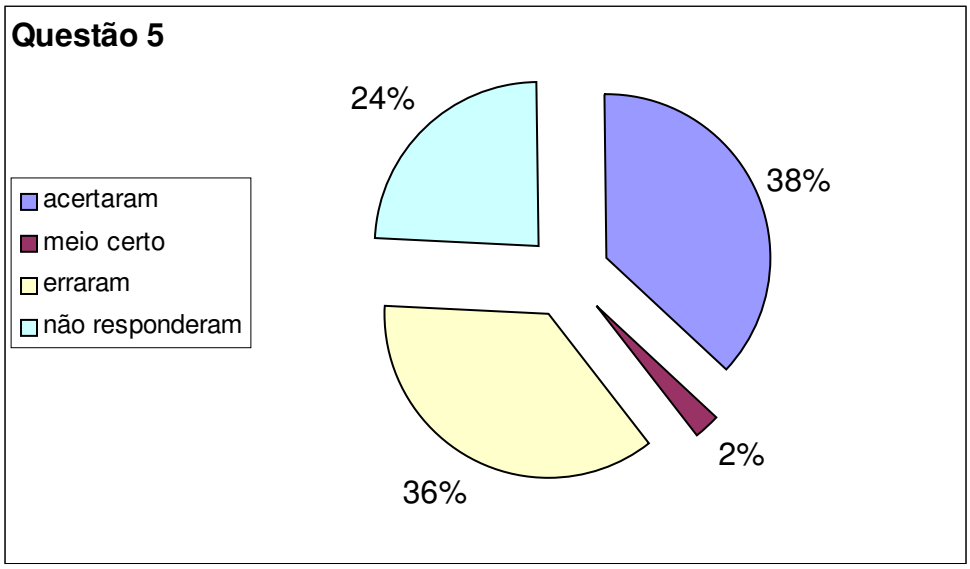


Gráfico 16: Correção da Questão 5.

Quando questionados sobre as razões trigonométricas no triângulo retângulo, na Questão 6, "Você já estudou algumas razões trigonométricas no triângulo retângulo (seno, cosseno, tangente)? Caso afirmativo, o que você sabe sobre elas?" , 60% dos sujeitos não responderam à questão, parecendo indicar que eles não se sentiam seguros quanto a esses conceitos. O índice de acerto foi baixo, 12% (Gráfico 17).

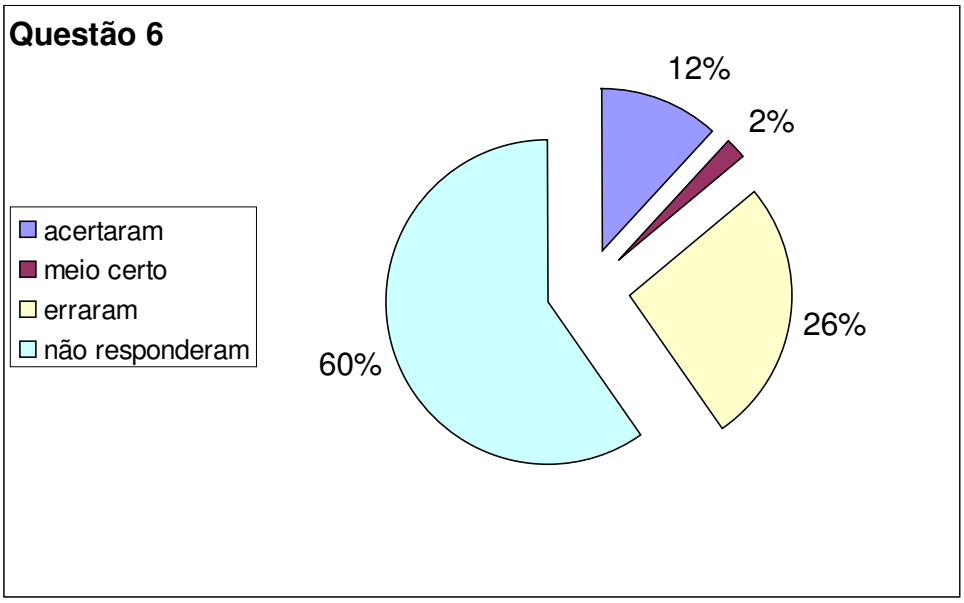


Gráfico 17: Correção da Questão 6.

Na questão 7, foi solicitado aos sujeitos: "Elabore alguma situação problema que pode ser resolvida com auxílio dessas razões trigonométricas." As respostas foram tabuladas (Gráfico 18), e os resultados parecem demonstrar que existe muita dificuldade em identificarem um uso prático para os conceitos teóricos da Trigonometria. Fortes indícios dessa dificuldade foram a abstinência de 73% dos sujeitos e a pequena quantidade de acertos (6%).

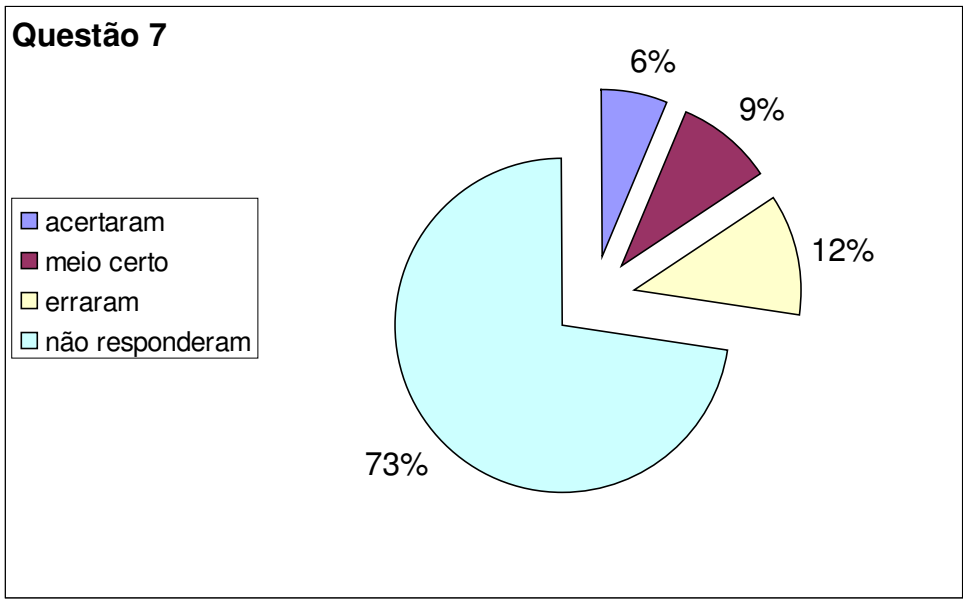


Gráfico 18: Correção da Questão 7.

A questão 8 apresentou aos sujeitos um problema clássico sobre a aplicação de conceitos trigonométricos. Questionados sobre "Como medir a altura do prédio abaixo?" (foi apresentado um desenho), os sujeitos tiveram muita dificuldade em resolver a questão, sendo que somente 4% deles respondeu corretamente, e 68% nem tentou responder (Gráfico19).

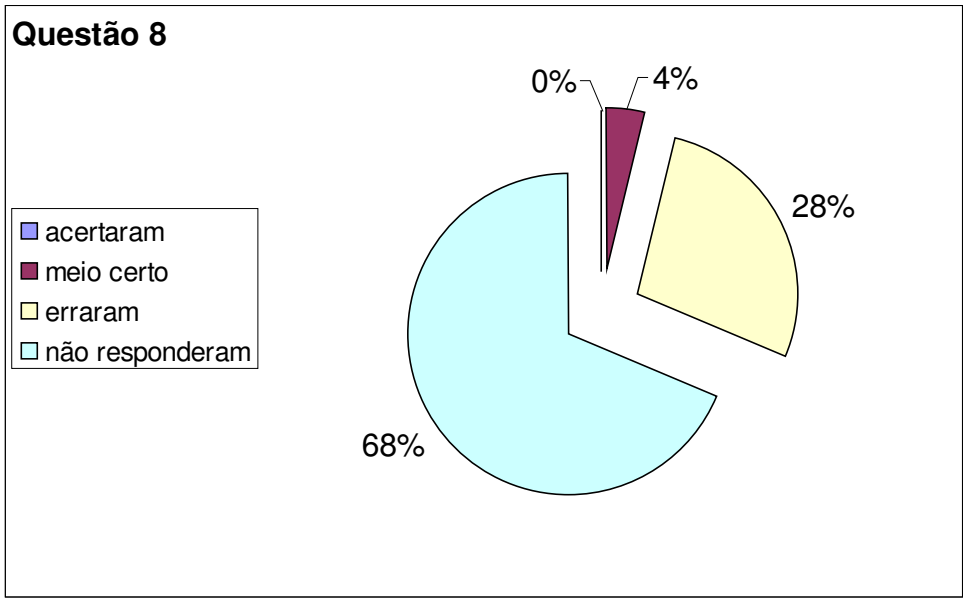


Gráfico 19: Correção da Questão 8.

A questão 9 também apresentou aos sujeitos questionamento sobre aplicação prática dos conceitos trigonométricos. "Como você poderia medir a distância entre a Terra e a Lua?" foi a questão apresentada, e a correção (Gráfico 20) parece indicar que os alunos não souberam aplicar os conceitos a um caso real. Nenhum dos sujeitos acertou a resposta, e apenas 17% deles tentou resolver a questão proposta.

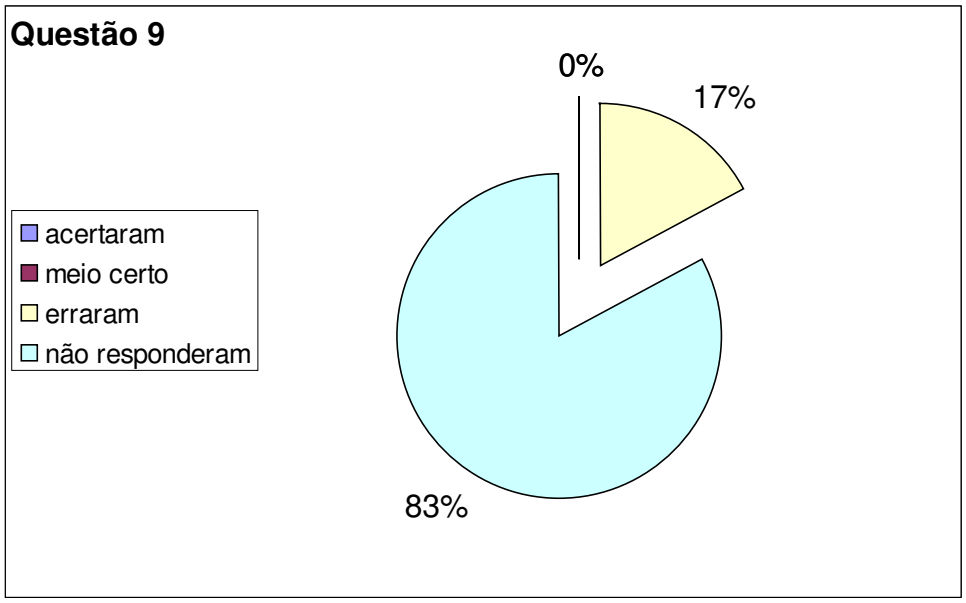


Gráfico 20: Correção da Questão 9.

Finalmente, na questão 10, também houve uma solicitação de aplicação de conceitos trigonométricos a um caso real, bastante comum nos livros didáticos: "Como você poderia determinar a altura **h** de uma montanha, usando duas sombras de uma vareta de comprimento **v**?" (foi apresentado um desenho). Também neste caso, nenhum dos sujeitos respondeu corretamente à questão, sendo que somente 14% deles tentou resolvê-la. (Gráfico 21).

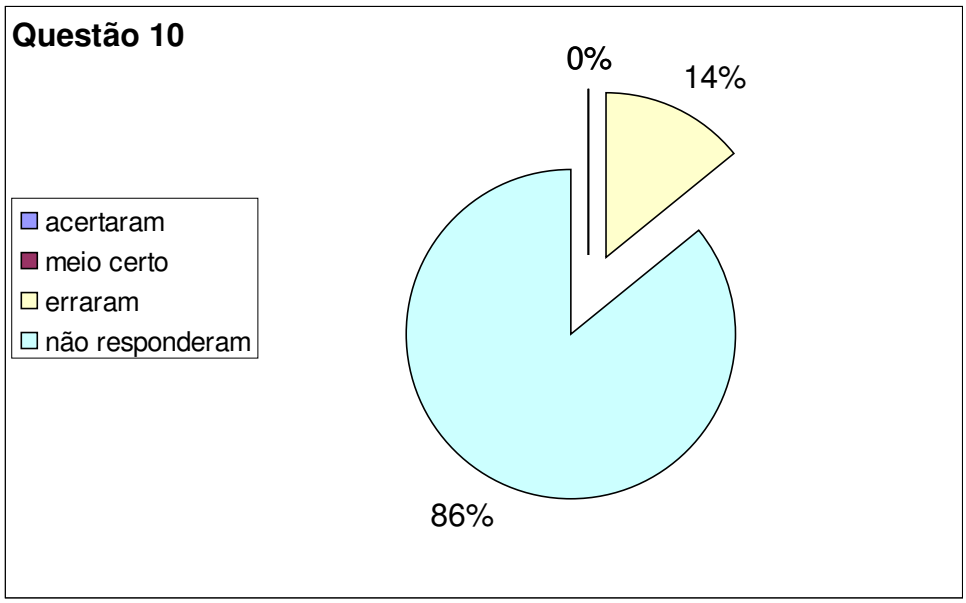


Gráfico 21: Correção da Questão 10.

Uma análise global da correção dessas questões parece indicar algumas características comuns nas respostas dos sujeitos.

1. Existem indícios de que os sujeitos têm dificuldades em se expressar de modo correto, utilizando uma linguagem matemática.
2. Parece ser freqüente a tentativa de aplicar alguma fórmula que possa ser resgatada da memória, já usada em situações parecidas ou que se relacione com o mesmo assunto.
3. Os sujeitos parecem confundir conceitos trigonométricos básicos como seno, cosseno, triângulo, triângulo retângulo, etc, trabalhando com as características das figuras e desconhecendo seus atributos característicos, exemplos e não exemplos.

Intervenção:

Os sujeitos serão identificados neste trabalho, quando necessário, por S1, S2, S3, S4, S5 e S6. A tabela 4 mostra a caracterização dos sujeitos conforme os parâmetros propostos para este trabalho. Todos eles demonstraram possuir bons conhecimentos relacionados com a Informática e foram escolhidos em função da nota obtida nas questões de Trigonometria, cuja média dos 127 sujeitos que participaram foi 2,27.

Os sujeitos S1 e S6 não compareceram a todas as etapas da intervenção, sendo desconsiderados.

SUJEITOS	S1	S2	S3	S4	S5	S6	MÉDIA DA AMOSTRA
Nota prova de trigonometria	2,5	1,0	5,0	4,0	1,5	2,0	2,27
Ano de nascimento		88	89	89	89		87% - 88/89
Sexo		M	M	M	M		53% - MASCULINO
Faixa salarial		1 a 3 SM	> 5 SM	1 a 3 SM	3 a 5 SM		67% - 1 a 5 SM
Windows		5	10	10	5		5,87
Word		5	10	10	10		6,15
Excel		5	5	5	10		4,72
Power Point		0	10	10	5		5,71
Internet		5	10	10	10		6,38
ICQ		0	10	5	0		2,87
Messenger		5	10	10	0		3,94
Orkut		0	10	5	0		3,80
e-mail		5	10	10	10		5,32
Delphi		0	0	0	0		1,24
DOS		0	10	5	0		2,17
Photo Shop		0	0	5	0		2,87
Corel Draw		0	0	5	5		2,05
Acrobat Reader		0	10	5	0		1,26
Já usou sites de busca		SIM	SIM	SIM	NÃO		63% - SIM
Já usou copiar/colar		SIM	SIM	SIM	SIM		68% - SIM
Já comprou pela internet		NÃO	SIM	SIM	SIM		10% - SIM
Já gravou CDs no micro		SIM	SIM	SIM	NÃO		49% - SIM
Gosta de usar o micro		SIM	SIM	SIM	SIM		90% - SIM
Onde usa o micro		CASA	CASA	CASA	ESCOLA		43% - CASA

Tabela 5: Caracterização dos Sujeitos.

Etapa 1 – O Uso do Cabri-Géomètre II

Pôde ser observado inicialmente que, embora nenhum dos sujeitos jamais tivesse usado o software, a maioria deles não encontrou dificuldades em utilizá-lo. Apenas o sujeito S1 demonstrou um pouco de insegurança no início da atividade, passando, posteriormente, a utilizá-lo tranqüilamente. Essa facilidade com o uso do software já era esperada, em virtude de a seleção dos sujeitos restringir-se àqueles familiarizados com o uso do microcomputador.

As funcionalidades do software, principalmente os recursos da geometria dinâmica e das animações, foram os mais utilizados pelos sujeitos.

Durante esta etapa, os sujeitos foram questionados sobre as vantagens de usar o Cabri-Géomètre II para resolver problemas de Trigonometria e a resposta, unânime, foi no sentido de que a possibilidade de visualizar o que estava sendo construído iria facilitar a atividade.

Etapa 2 – O Ciclo Trigonométrico com o Uso do Cabri-Géomètre II

Foi observado que os sujeitos encontraram grande facilidade em trabalhar com o material de apoio utilizado nesta etapa (ANEXO 3). Durante a execução da atividade, os sujeitos permaneceram tranqüilos, trabalhando individualmente, e poucas dúvidas foram suscitadas, havendo pouca necessidade de intervenção.

Verbalmente, foi perguntado sobre a preferência entre trabalhar com um material de apoio pré-formatado ou com atividades abertas, sem um roteiro que leve à resolução dos problemas propostos. Todos os sujeitos manifestaram-se pela utilização de um roteiro. Esse comportamento parece sugerir que existe familiaridade com esse tipo de atividade.

Como o número de solicitações de ajuda foi muito pequeno, a função do orientador também foi facilitada. Os sujeitos trabalharam praticamente sozinhos.

Após os sujeitos terem construído o ciclo trigonométrico com o auxílio do software, foram submetidos a um conjunto de doze questões relacionadas com o assunto, sendo que o uso do software para auxiliar na obtenção das resposta foi bastante incentivado.

Neste capítulo, são analisadas as respostas mais significativas dos sujeitos e as ocorrências percebidas durante a execução desta tarefa. Entretanto, para permitir consulta, todas as respostas foram digitalizadas e anexadas a esta dissertação (ANEXO 8).

Nas questões de 1 até 4, referentes ao triângulo construído pelos sujeitos no ciclo trigonométrico, com o auxílio do Cabri Geométrè II, não houve dificuldade aparente em identificar que se tratava de triângulo retângulo, em razão de possuir um ângulo reto (Questão 1), bem como identificar os lados desse triângulo, como: hipotenusa (Questão 2), cateto adjacente (Questão 3) e cateto oposto (Questão 4).

Em um primeiro momento, os sujeitos hesitaram em responder, como se não soubessem do que se tratava a questão. Pediram ajuda e, quando concluíram que o lado oposto ao ângulo reto era a hipotenusa, imediatamente recuperaram da memória as respostas “cateto adjacente” e “cateto oposto”.

Essas questões foram respondidas pelos sujeitos enquanto olhavam para a figura do triângulo no ciclo trigonométrico, construído com o auxílio do Cabri Geométrè II, parecendo indicar que existia muita familiaridade com esse tipo de questão.

Na questão 5, os sujeitos foram solicitados a obter as medidas dos lados do triângulo retângulo construído e a calcular a razão entre o cateto oposto e o cateto adjacente, usando os recursos do Cabri Géomètre.

Na questão 6, a propriedade de geometria dinâmica do software foi utilizada, e os sujeitos alteraram por três vezes o raio do ciclo trigonométrico construído e, conseqüentemente, as dimensões do triângulo. Para cada uma das alterações, os sujeitos realizaram novas medições e refizeram o cálculo da razão entre o cateto oposto e o cateto adjacente.

Na questão 7, questionados sobre a percepção da existência de alguma propriedade, acabaram por concluir que a razão calculada em cada uma das quatro oportunidades era constante.

A questão 8 perguntava aos sujeitos qual nome poderia ser dado à razão calculada. Todos acabaram encontrando como resposta o nome “tangente”. O modo como “encontraram” a reposta traz indícios de que eles estavam resgatando um

conceito decorado, como um verso decorado “tangente é o cateto oposto dividido pelo cateto adjacente”.

Para responder à questão 9, os sujeitos deveriam propor alguma situação prática que pudesse ser resolvida com a aplicação da propriedade identificada nesses exercícios. Somente um dos sujeitos, o S3, respondeu à questão.

O sujeito relatou que poderia usar a propriedade para calcular a altura do muro nos fundos da escola, de modo a saber a altura da “escada” que teria que usar para “bater da aula” (expressão usada pelo sujeito) (Figura 29).

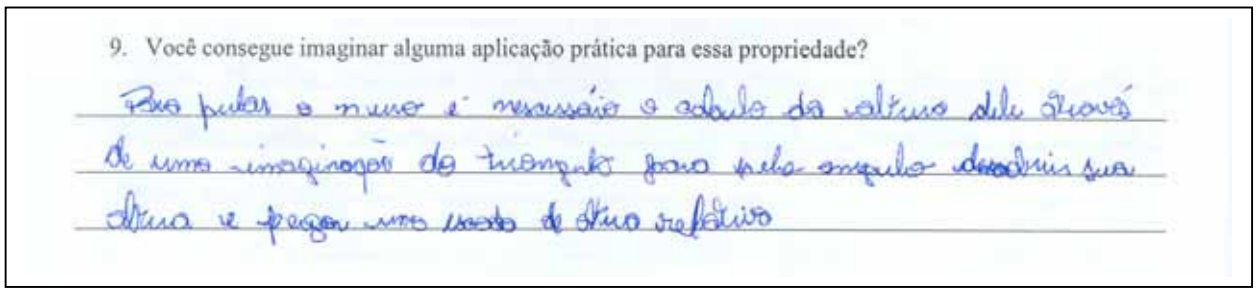


Figura 29: Respostas do Sujeito S3 – Aplicação da Propriedade Identificada

O fato de somente um dos sujeitos propor uma aplicação prática para usar a propriedade identificada parece mostrar uma desvinculação entre a teoria e a prática.

Na questão 10, a situação foi invertida. Uma situação real foi apresentada, e os sujeitos deveriam tentar resolvê-la com o auxílio do Cabri Géometrè II e da propriedade identificada. Foi solicitado, aos sujeitos, que calculassem a altura de uma das paredes do laboratório de Informática, onde eles estavam.

Os sujeitos necessitaram de ajuda para saber como calcular o ângulo de visada. Um valor estimado foi calculado com auxílio de um transferidor e uma régua servindo como guia. Durante a medição do ângulo de visada, os sujeitos mostraram-se bastante interessados e dedicados em utilizar a “nova técnica” da medição dos ângulos, o que parece demonstrar a preferência por tarefas práticas que tenham objetivos definidos.

Obtido o valor estimado do ângulo de visada, os sujeitos desenharam no Cabri a figura de um triângulo retângulo e utilizaram a calculadora do software para encontrar a altura da parede do laboratório, através do cálculo da tangente.

O sujeito S5 respondeu que não sabia fazer essa questão. Os demais não encontraram dificuldade em resolvê-la, representando no Cabri os valores que haviam obtido e usando calculadora do software para realizar os cálculos necessários.

Na questão 11, mais uma vez, foi proposta uma situação problema para os sujeitos. Eles deveriam calcular a largura de um rio, de uma margem até a outra. O Sujeito S5 não resolveu a questão. Os demais sujeitos questionaram sobre a inexistência de medida alguma no problema. Quando respondido que eles próprios deviam indicar as medidas que usariam, não houve dificuldade aparente em representar o problema no Cabri e resolvê-lo, através do cálculo da tangente, de modo similar ao utilizado na questão 10.

A última questão, questão 12, solicitava aos sujeitos que exprimissem opiniões sobre as vantagens que o Cabri podia trazer para a resolução de situações problema. O Sujeito S5 escreveu que o Cabri ajudava, mas não sabia explicar como. Os demais sujeitos ressaltaram a possibilidade de visualização das figuras, a facilidade que as ferramentas do software trazem para a construção e representação dos problemas e a possibilidade do cálculo automático que o software permite realizar.

Etapa 3 – Resolução de problemas com o uso do Cabri-Géomètre II

Nesta etapa, foi solicitado que os sujeitos resolvessem novamente as questões de Trigonometria (ANEXO 2), porém, sendo permitido o uso do Cabri como ferramenta auxiliar.

Enquanto os sujeitos resolviam as questões, foram feitas anotações sobre os procedimentos utilizados, sobre os comentários que surgiram, sobre as reações demonstradas e sobre as dúvidas suscitadas, com o objetivo de registrar como eles estavam resolvendo os problemas com o auxílio da informática.

As respostas consideradas mais significativas foram reproduzidas e analisadas nesta discussão sobre a ETAPA 3. Entretanto, para que toda a participação dos sujeitos fosse registrada, todas as respostas dos sujeitos que participaram foram reproduzidas no ANEXO 9.

Para responder à questão 1 (O que é um triângulo?), os sujeitos não utilizaram o Cabri. Novamente, como na resolução da prova de Trigonometria, os sujeitos sabem, sem dúvida, o que é triângulo, mas têm dificuldades em conceituá-lo de modo correto ou, no mínimo, usam vocabulário impróprio para fazê-lo.

Parece haver indícios de dificuldades em utilizar a nomenclatura correta dos atributos definidores. Segundo Klausmeier e Goodwin (1977), a compreensão dos atributos, a discriminação entre exemplos e não exemplos e o conhecimento de suas relações subordinadas (organização dos conceitos do mais geral para o mais específico) e super-ordenadas (organização dos conceitos do mais específico para o mais geral), possibilitam a aquisição do conceito em um nível formal, nível este a ser atingido pelos alunos.

Por outro lado, a formação de cada conceito possibilita um processo de ancoragem de outros conceitos de maneira mais eficaz, possibilitando, assim, a aprendizagem significativa.

Como os participantes da pesquisa eram alunos do Ensino Médio, esperava-se que eles utilizassem um vocabulário mais apurado em relação à Geometria, diferenciando corretamente “lados do triângulo” de “partes do triângulo”.

Foram reproduzidas, na Figura 30 e na Figura 31, a seguir, algumas respostas:

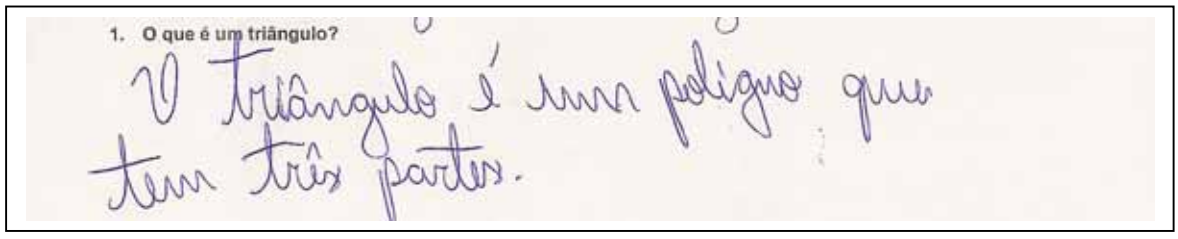


Figura 30: Resposta do Sujeito S5 para a Questão 1

Nota-se a ausência de rigor na grafia “polígno” e na substituição de “lados”, forma apropriada, por “partes”, na resposta do sujeito S5.

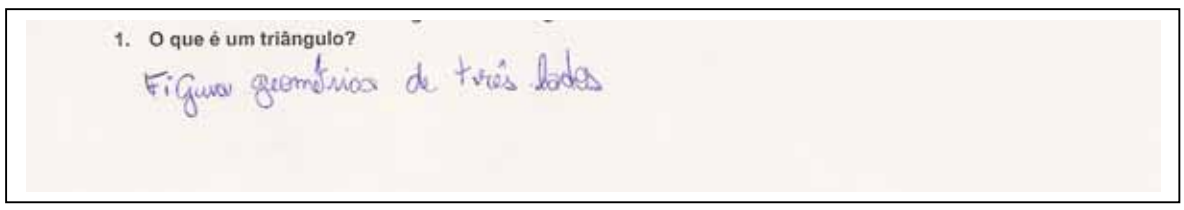


Figura 31: Resposta do Sujeito S3 para a Questão 1

O Sujeito S3 utilizou, para a caracterização do triângulo, o conceito de "figura geométrica" e não o de "polígono". O conceito "figura geométrica" é bastante amplo, podendo referir-se a figuras abertas, fechadas, simples, não simples, etc.

Na questão 2 (Desenhe três tipos diferentes de triângulos.), todos os sujeitos tentaram desenhar um triângulo equilátero, um isósceles e um triângulo retângulo. Esse resultado foi semelhante àquele obtido na avaliação sobre os conhecimentos de Trigonometria. Nenhum deles recorreu ao Cabri para responder à questão. Interessante notar, nas respostas dos sujeitos, algumas particularidades, como exemplificadas nas figuras abaixo:

A Figura 32, correspondente à resposta do Sujeito S2, parece indicar que ele confunde triângulo equilátero com triângulo isósceles. A descrição "três lados iguais" e a forma de marcar os lados do triângulo para indicar essa igualdade estão corretas, mas ao nominá-lo, após ter indicado a igualdade dos três lados, erra e o chama de isósceles.

Pode ser observado, também na Figura 32, que o sujeito S2 erra ao grafar "escaleno", escrevendo "iscaleno" e erra também a sua caracterização, indicando que esse triângulo tem dois lados iguais. É interessante ressaltar que o conceito de triângulo, bem como a sua classificação quanto aos lados são (ou deveriam ser) trabalhados desde as séries iniciais do Ensino Fundamental. O que pode ter ocorrido é que os alunos aprenderam esses conceitos (de forma mecânica ou significativa) e, devido à ausência de utilização em situações-problema em outras séries do Ensino Fundamental ou do Ensino Médio, ocorreu o esquecimento e a aparente confusão entre eles.

Figura 32: Resposta do Sujeito S2 para a Questão 2

O sujeito S5, como observado na Figura 33, não conseguiu diferenciar um tipo de triângulo do outro. Não conseguiu sequer formalizar medidas de ângulos, confundindo-as com os lados. Além disso, grafou de forma incorreta a unidade de medida dos ângulos, chamando-as de “craus” e não graus. Aparentemente esse sujeito S5 não consegue conceituar nenhum desses elementos.

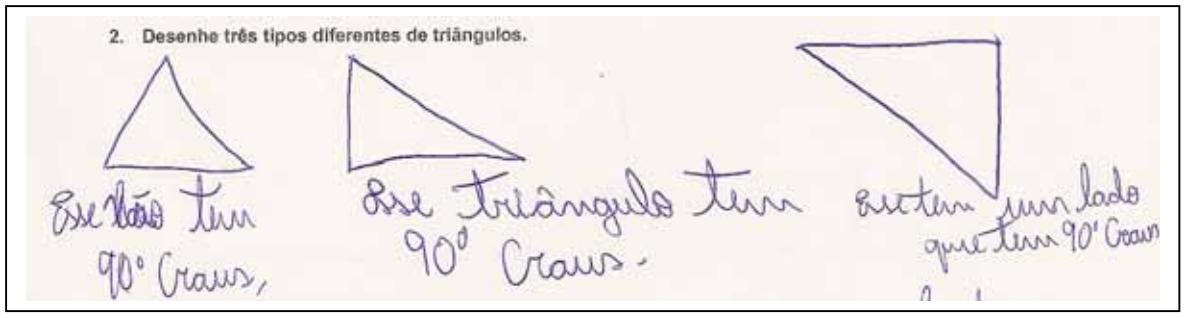


Figura 33: Resposta do Sujeito S5 para a Questão 2

A terceira questão (O que é um triângulo retângulo? Exemplifique.), também demonstra a falta de formalização e a dificuldade que os sujeitos têm para expressar-se e conceituar triângulos. Nesta questão, os sujeitos também não recorreram ao Cabri para elaborar a resposta.

O sujeito S5, aparentemente não compreendeu a questão e respondeu qual a diferença entre triângulo e quadrado, como pode ser observado na Figura 34. Mesmo assim, há de se observar que este sujeito coloca como sinônimos os termos “lados” e “partes”. Os demais sujeitos responderam corretamente à questão.

Respostas semelhantes a essa foram obtidas nos estudos de Pirola (1995), referentes à formação de conceitos em Geometria. Muitos alunos, quando se deparam com o conceito de triângulo retângulo, consideram-no como formado por duas figuras geométricas (triângulo e retângulo), não conseguindo relacionar o retângulo como sendo proveniente de ângulo reto.

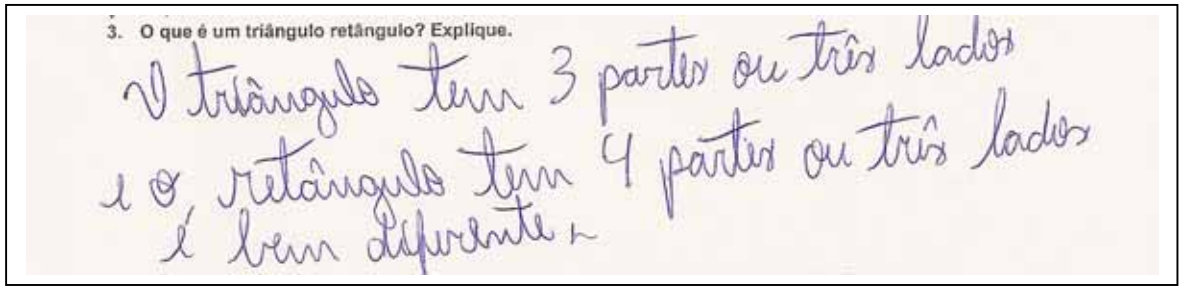


Figura 34: Resposta do Sujeito S5 para a Questão 3

A questão 4 (Conhece alguma propriedade ou princípio envolvendo triângulo retângulo? Explique.) foi respondida pela maioria dos sujeitos de modo idêntico: “o Teorema de Pitágoras”. A exceção foi o sujeito S5, que mais uma vez demonstrou muita dificuldade com a interpretação das questões e uma aparente dificuldade com os conceitos de um modo geral, como pode ser observado na resposta reproduzida abaixo, na Figura 35:

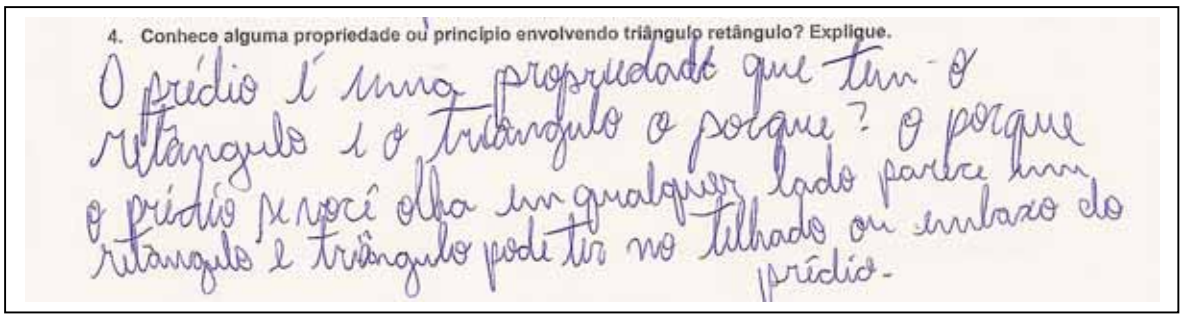


Figura 35: Resposta do Sujeito S5 para a Questão 4

A resposta da questão 5 (Podem existir triângulos retângulos com dois ângulos retos?), foi respondida de modo correto por todos os sujeitos. Apenas o sujeito S3 justificou a resposta, alegando que “se houvessem dois ângulos retos a figura teria 4 ou mais faces”.

Para responder a esta questão, os sujeitos utilizaram o software Cabri, tentando montar um triângulo com dois ângulos retos. Observando a discussão entre eles, foi possível concluir que eles não tinham certeza de qual era a resposta correta, embora afirmassem acreditar que não era possível a existência de tal figura. Para averiguar a resposta, os sujeitos desenharam, com o auxílio do Cabri, três segmentos de retas e depois tentaram agrupá-los conservando dois ângulos retos.

Não sendo possível elaborar tal figura no Cabri, o sujeito S2 tentou desenhá-la no papel, como reproduzido na Figura 36 abaixo. Em uma das tentativas de solução, o sujeito S2 desenha um triângulo e simplesmente indica que os ângulos são retos através da simbologia apropriada, aparentemente valorizando a notação em detrimento das propriedades da figura. Em outra tentativa, o mesmo sujeito desenha os dois ângulos retos e depois completa a figura inserindo mais ângulos, ignorando o conceito de triângulo.

Os sujeitos alegaram, após tentar a resolução com o software Cabri, que realmente não era possível essa construção de triângulos com dois ângulos retos. Aparentemente, os sujeitos encontraram maior dificuldade em escrever uma

explicação para a impossibilidade, o que leva a crer que eles têm alguma dificuldade em expressar-se, principalmente por escrito.

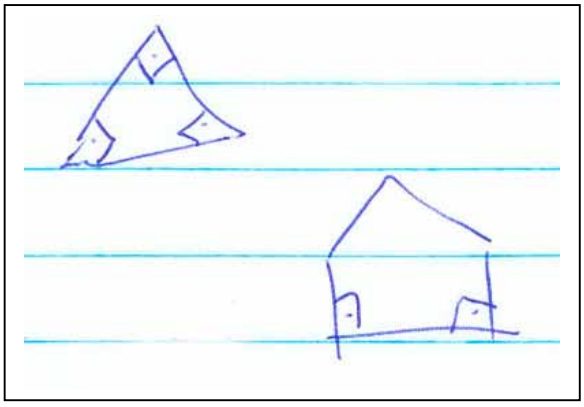


Figura 36: Tentativas de Solução do Sujeito S2 para a Questão 5

Nenhum dos sujeitos considerou o Princípio que a soma dos três ângulos internos de um triângulo é 180 graus, não sendo possível que dois de seus ângulos completassem esse valor.

O conhecimento de Princípios, que segundo Klausmeier e Goodwin (1977), é a relação entre conceitos, é extremamente importante para o processo de resolução de problemas, pois auxilia o estudante na elaboração de procedimentos, algoritmos e estratégias. Esses elementos, segundo Mayer (1992), devem fazer parte do desenvolvimento cognitivo das pessoas para que possam obter êxito na solução de situações-problema.

Neste caso, o uso do software Cabri parece ter sido útil para convencer os sujeitos da impossibilidade da existência de triângulos com dois ângulos retos.

Na questão 6 (Você já estudou algumas razões trigonométricas no triângulo retângulo (seno, cosseno, tangente)? Caso afirmativo, o que você sabe sobre elas?), o objetivo era verificar se os sujeitos conseguiam formalizar corretamente alguns conceitos básicos da Trigonometria.

Todos os sujeitos afirmaram já conhecer razões trigonométricas, mas, quando solicitados a escrever sobre elas, as respostas parecem demonstrar que os sujeitos não sabem em que aplicá-las e não compreendem seus conceitos básicos.

Como exemplo, o sujeito S2 respondeu: “Sim, que você pode resolver qualquer problema com isso.“.

O sujeito S4 escreveu: “eu já vi, mas não lembro praticamente nada.”.

O sujeito S3 escreveu, em sua resposta, o que é tangente, seno e cosseno, de modo correto.

A análise da resposta do sujeito S5 parece demonstrar que ele sabe reproduzir os conceitos, mas a forma como ele representa graficamente os conceitos, parece indicar que este sujeito está simplesmente reproduzindo algo que recorda e de maneira equivocada.

Como pode ser observado na Figura 37, o local onde o sujeito marcou o ângulo alfa no ciclo trigonométrico é incompatível com a marcação do seno e do cosseno, muito embora essas grandezas estejam apropriadamente representadas nos respectivos eixos do ciclo trigonométrico. A observação da figura abaixo permite verificar que o sujeito utilizou o conceito de seno como sendo CO (cateto oposto), cosseno como CA (cateto adjacente), não os indicando como razão. O único conceito utilizado como razão de medida de segmentos foi a tangente, considerada como CO/CA.

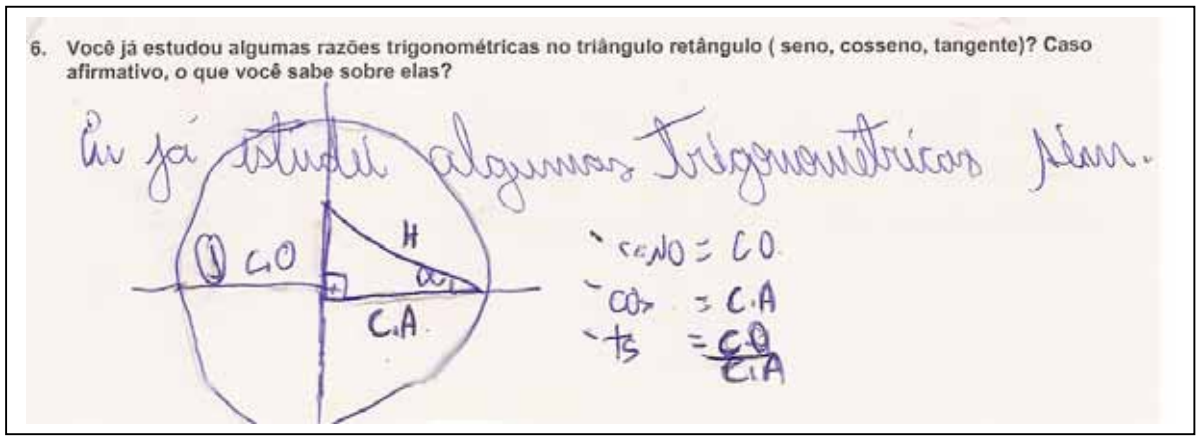


Figura 37: Resposta do Sujeito S5 para a Questão 6

A questão 7 (Elabore alguma situação problema que pode ser resolvida com auxílio dessas razões trigonométricas.) objetivava verificar se os sujeitos conseguiam vislumbrar aplicações práticas para as razões trigonométricas.

O sujeito S5 não respondeu à questão.

Os demais sujeitos utilizaram os recursos do Cabri para determinar a altura de um objeto, através do cálculo da tangente, sendo que o software fornecia o ângulo de visada, a distância até o objeto e calculava a tangente. Foi solicitado que os sujeitos representassem, no papel, o que estavam fazendo no computador e os resultados foram reproduzidos abaixo, nas Figura 38, Figura 39 e Figura 40.

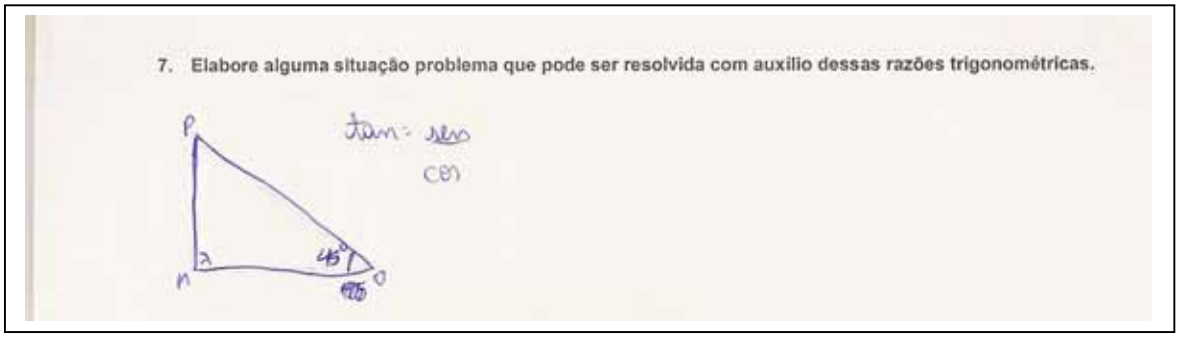


Figura 38: Resposta do Sujeito S2 para a Questão 7

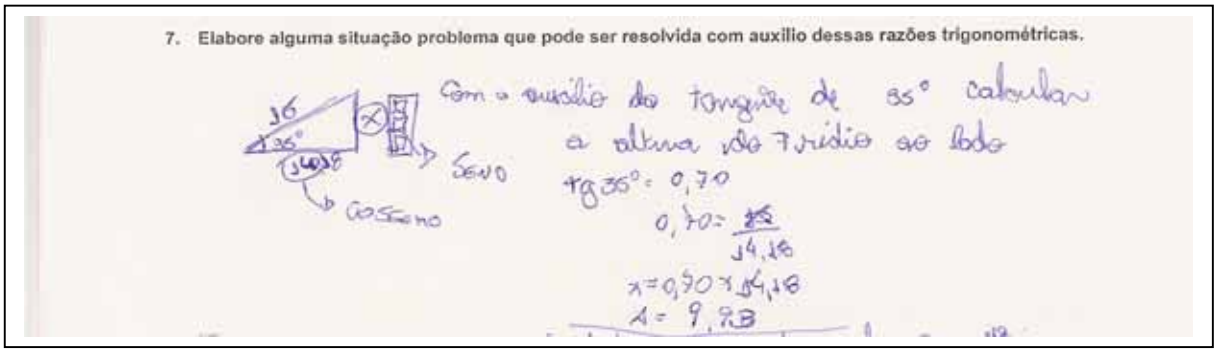


Figura 39: Resposta do Sujeito S3 para a Questão 7

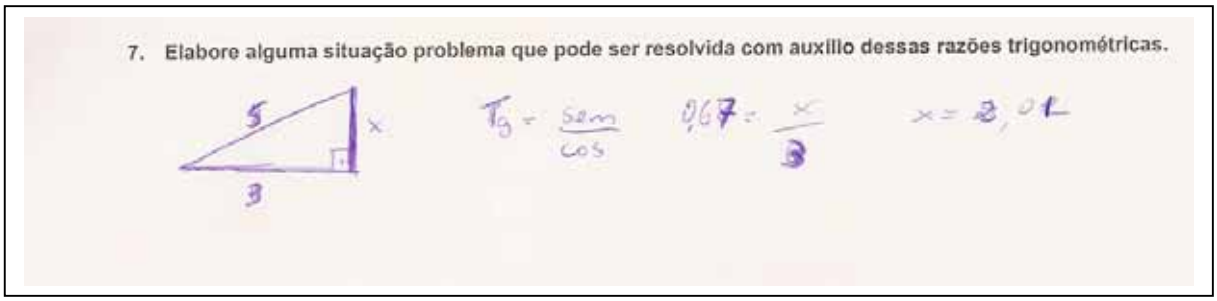


Figura 40: Resposta do Sujeito S4 para a Questão 7

A análise dos protocolos mostrou que somente S3 tentou criar uma situação, envolvendo medidas inacessíveis. Os sujeitos S2 e S4 reproduziram situações comuns encontradas nos livros didáticos.

Na questão 8 (Como medir a altura do prédio abaixo.), foi proposta uma situação problema para que os sujeitos tentassem resolvê-la com auxílio do software.

É necessário relatar que esta situação não apresentava, no seu texto, nenhum valor. Esse fato parece ter contribuído para que os sujeitos apresentassem um momento inicial de insegurança. O sujeito S2 perguntou se os valores podiam ser quaisquer. O sujeito S3 perguntou se bastava escrever como fazer, sem apresentar as contas. Deste modo, parece ficar evidenciada a busca dos sujeitos por "contas" ou "números" nos problemas relacionados com Matemática.

O sujeito S5 não resolveu a questão. Os demais sujeitos não tiveram dificuldades em representar o problema no software e usar seus recursos para calcular a altura. Esclarecidas as dúvidas sobre a ausência de valores, os sujeitos escreveram como ele poderia ser resolvido com o auxílio dos recursos gráficos do Cabri. Em síntese, neste caso, o Cabri foi utilizado para representar graficamente os elementos que foram fornecidos e auxiliou na verificação da estratégia adotada pelos sujeitos que o utilizaram.

O método escolhido para a resolução dos problemas foi distinto para os sujeitos. Os sujeitos S3 e S4 propuseram a resolução através do cálculo da tangente, desde que conhecida a "medida da sombra" e o "ângulo", como visto na Figura 41 e na Figura 42, respectivamente. Essa estratégia era esperada, uma vez que já foi utilizada nos exercícios anteriores.

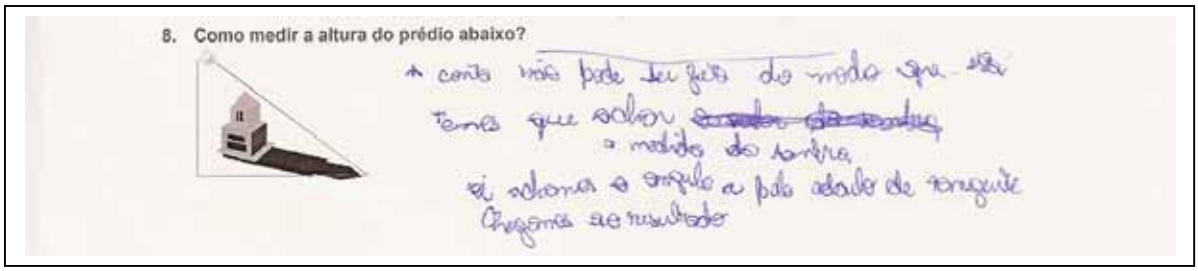


Figura 41: Resposta do Sujeito S3 para a Questão 8

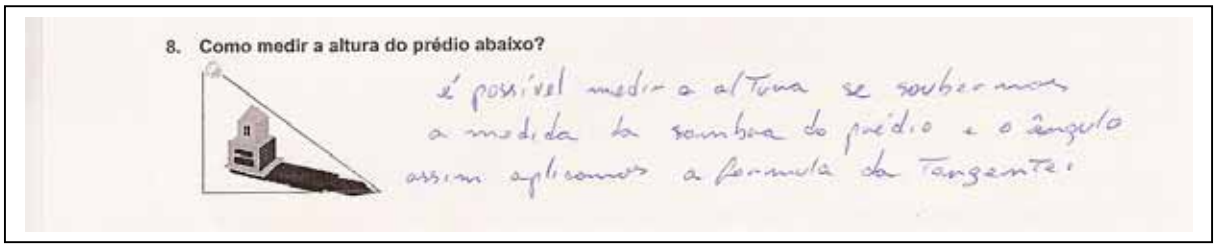


Figura 42: Resposta do Sujeito S4 para a Questão 8

O sujeito S2 propôs a solução do problema através de duas estratégias: a aplicação do Teorema de Pitágoras e através do cálculo da tangente, como pode ser visto na Figura 43. Quanto à aplicação do cálculo da tangente, o sujeito S2 seguiu a mesma estratégia dos demais.

Importante registrar que o sujeito S2 propõe, inicialmente, a resolução por Pitágoras, porém não contextualiza o problema, ou seja, não descreve como ele faria para medir a altura ou a hipotenusa. Questionado sobre esse aspecto, o sujeito S2 respondeu que ele podia obter os valores no Cabri, parecendo indicar que não considera uma correspondência entre a resolução matemática do problema e situações reais, já que, neste caso específico, o sujeito S2 deseja saber a altura do prédio e não tem como calcular o valor correspondente à hipotenusa.

Outro aspecto interessante na resolução do problema pelo sujeito S2 é que ele nominou de “C” dois dos lados do Triângulo, como visto na Figura 43, abaixo. Questionado, o sujeito respondeu que os lados pareciam iguais. Essa resposta parece demonstrar que o aspecto visual, na figura existente na Questão 8, pode induzir a utilização de estratégias incorretas.

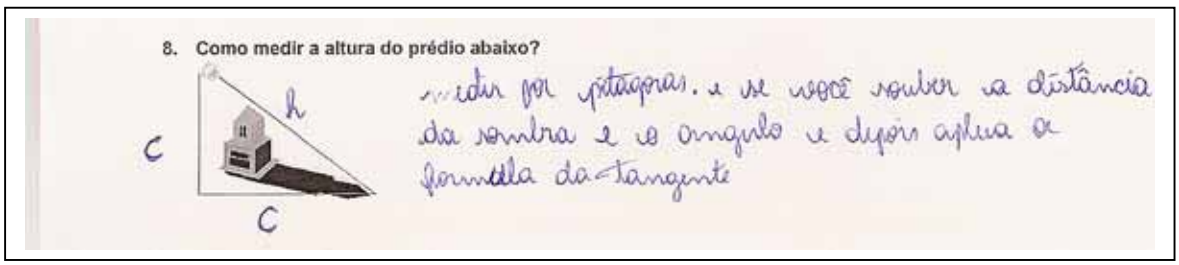


Figura 43: Resposta do Sujeito S2 para a Questão 8

O objetivo da questão 9 (Como você poderia medir a distância entre a Terra e a Lua?) era verificar como os sujeitos tentariam resolver um problema proposto que apresentasse dados incompletos, usando o Cabri.

O sujeito S5 não respondeu e o sujeito S4 escreveu: “Não faço a mínima idéia”. Questionados sobre a ausência de respostas, eles argumentaram que “nunca viram um problema desse tipo”, o que parece demonstrar que esses sujeitos limitavam-se a tentar resgatar na memória uma estratégia de sucesso em problemas parecidos.

Os sujeitos S2 e S3 tentaram resolver, usando os recursos gráficos do Cabri. Traçaram círculos representando a Terra e a Lua e procuraram estabelecer relações com triângulos, tentando usar, principalmente, o cálculo de tangentes e a aplicação do Teorema de Pitágoras. As tentativas realizadas no software Cabri foram acompanhadas. Por fim, os sujeitos foram incentivados a registrar sua estratégia, escrevendo o procedimento utilizado. O procedimento utilizado pelo Sujeito S2 encontra-se reproduzido na Figura 44. O procedimento utilizado pelo Sujeito S3 foi reproduzido na Figura 45.

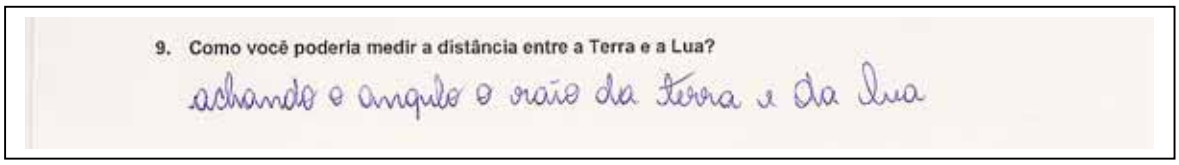


Figura 44: Resposta do Sujeito S2 para a Questão 9

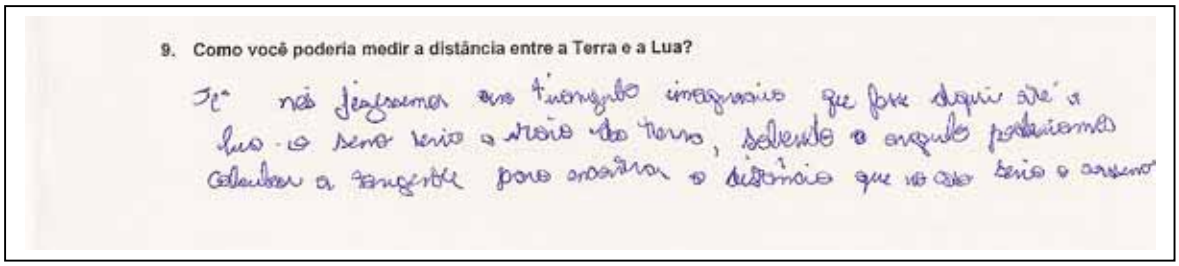


Figura 45: Resposta do Sujeito S3 para a Questão 9

Novamente convém observar que os sujeitos encontraram alguma dificuldade em escrever o procedimento utilizado. A leitura das resposta escritas pelos sujeitos não corresponde às tentativas de resolução efetuadas no software Cabri, e sim ao registro da idéia central utilizada.

Quanto ao uso do software, ficou evidenciado que os sujeitos escolhiam estratégias já utilizadas com o Cabri e tentavam aplicá-las novamente. Foi observado que os sujeitos tentavam desenhar, no Cabri, a Terra e a Lua, ligá-las com linhas, de modo a formar um triângulo e garantir que houvesse um ângulo reto, na tentativa de aplicar o conceito de tangente, já utilizado. A facilidade como os dados fornecidos na questão eram dispostos graficamente no Cabri, a rápida alteração deles, sempre que necessário, e a possibilidade de verificar o sucesso ou não da estratégia escolhida ficaram evidenciados.

A décima questão (Como você poderia determinar a altura **h** de uma montanha, usando duas sombras e uma vareta de comprimento **v**?) é reprodução de um problema encontrado com freqüência nos livros acadêmicos. A expectativa era que os sujeitos apresentassem novas estratégias de resolução, além do cálculo de tangentes, vez que novos dados foram agregados, como a altura da vareta e o uso de duas sombras.

Esta expectativa não se confirmou.

O sujeito S5 não respondeu à questão.

O sujeito S4 limitou-se a sugerir que a resolução poderia ser obtida, usando-se a mesma estratégia já utilizada na questão do cálculo da altura do prédio, mesmo assim, sem entrar em detalhes (Figura 46). Isto, mais uma vez, parece demonstrar uma tentativa de reutilizar estratégia conhecida que funcionou em problema similar.

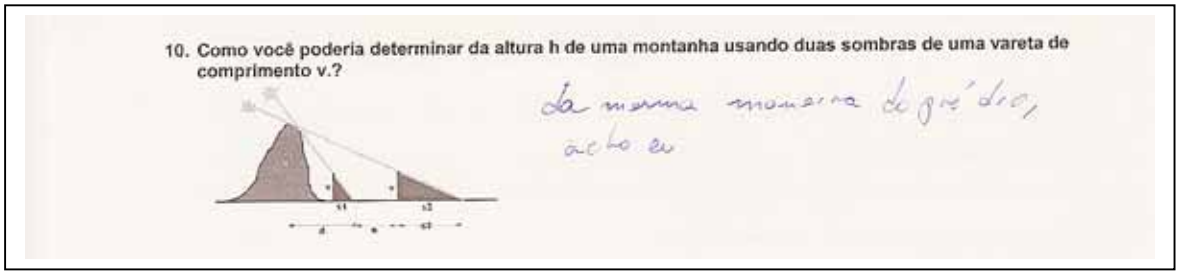


Figura 46: Resposta do Sujeito S4 para a Questão 10

Os sujeitos S3 e S4 propuseram a aplicação do cálculo da tangente. Nenhum deles questionou a dificuldade de medir a sombra de uma montanha, ou de determinar a distância até o ponto onde a altura poderia ser marcada. Esse descompromisso com a realidade parece indicar que a estratégia escolhida é a

simples aplicação de uma fórmula conhecida. O sujeito S2, na sua tentativa de resolver o problema, representou-o no Cabri como um triângulo retângulo e fez o mesmo na folha de questões, reproduzida a seguir na Figura 47.

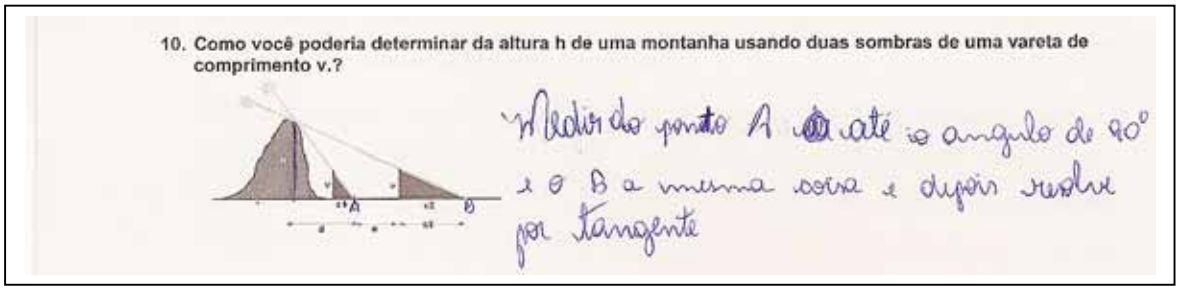


Figura 47: Resposta do Sujeito S2 para a Questão 10

Os sujeitos reproduziram o desenho no Cabri e tentaram encontrar uma forma de reaplicar as estratégias já utilizadas nos exercícios anteriores. Nenhum dos sujeitos questionou a existência de outros parâmetros, como o comprimento da vareta.

Quando questionados sobre esses dados existentes no problema que não foram usados, nem considerados, o sujeito S3 argumentou: "...se os exercícios estão juntos devem ser da mesma teoria....". É interessante esta abordagem, pois parece indicar uma forma de raciocínio estanque, onde tipos de exercícios diferentes devem ser resolvidos por estratégias diferentes e específicas, não sendo consideradas formas alternativas de resolução dos problemas ou aplicação de outras estratégias. A Figura 48 mostra a resposta do sujeito S3 para a Questão 10.

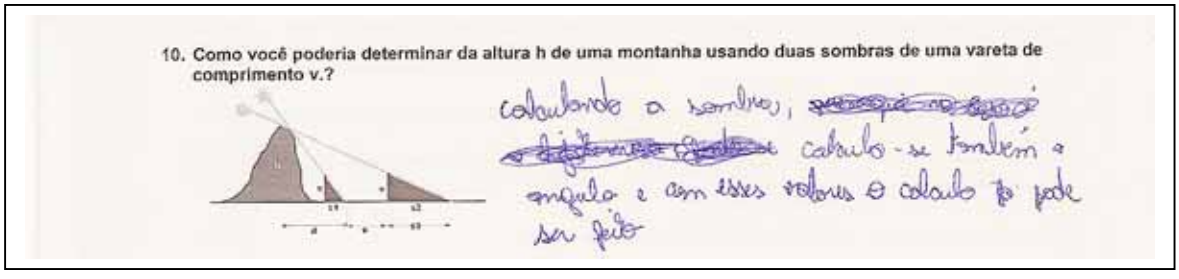
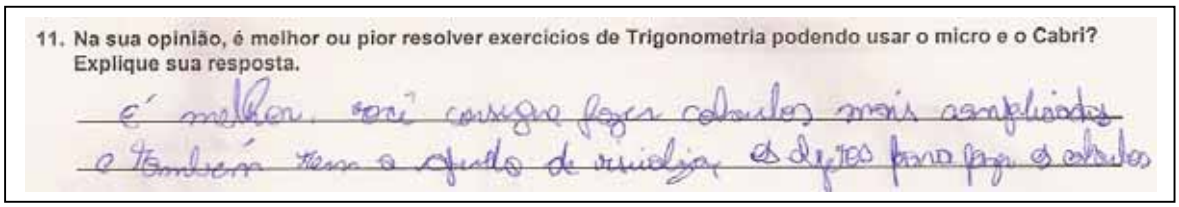


Figura 48: Resposta do Sujeito S3 para a Questão 10

As questões de números onze até quinze, foram inseridas para que fosse possível tentar compreender melhor como os sujeitos se relacionam com o microcomputador e o software gráfico Cabri Géomètre II.

A questão onze (Na sua opinião, é melhor ou pior resolver exercícios de Trigonometria, podendo usar o micro e o Cabri? Explique a sua resposta.) tinha como objetivo verificar como os sujeitos se sentiam em relação ao uso de recursos informáticos. A perspectiva era de que os sujeitos demonstrassem clara preferência pelo uso do software, principalmente pela familiarização com a Informática, parâmetro norteador para a seleção dos mesmos.

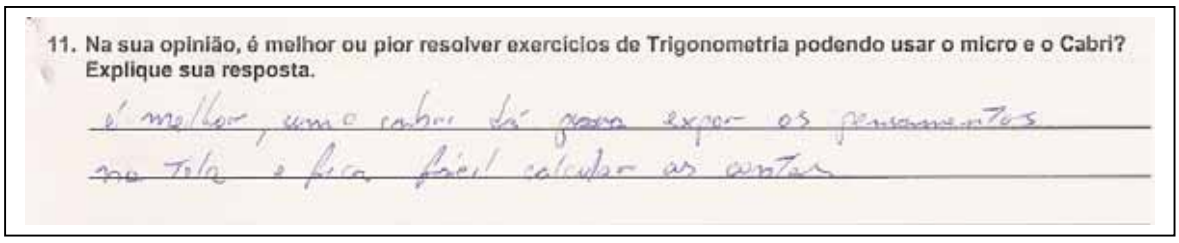
A Figura 49 mostra a resposta do Sujeito S3, indicando a facilidade de cálculos e a possibilidade de visualização dos trabalhos como fatores favoráveis ao uso do Cabri.


11. Na sua opinião, é melhor ou pior resolver exercícios de Trigonometria podendo usar o micro e o Cabri? Explique sua resposta.

é melhor, você consegue fazer cálculos mais complicados e também tem a ajuda de verificar os dados para fazer os cálculos

Figura 49: Resposta do Sujeito S3 para a Questão 11

O Sujeito S4, cuja resposta está reproduzida na Figura 50, também identificou os mesmos pontos favoráveis, porém, quando escreve que "...dá para expor os pensamentos na tela...", alegou referir-se à possibilidade de acompanhar, passo a passo, as etapas utilizadas para a resolução dos problemas, mesmo depois de efetuadas, através do recurso de registro das atividades, existente no Cabri.


11. Na sua opinião, é melhor ou pior resolver exercícios de Trigonometria podendo usar o micro e o Cabri? Explique sua resposta.

é melhor, usa o cabri dá para expor os pensamentos na tela e fica fácil calcular as contas

Figura 50: Resposta do Sujeito S4 para a Questão 11

A questão doze (Qual atividade você MAIS gostou de realizar no Cabri?) foi respondida de modo muito próximo por todos os sujeitos. De maneira geral, eles alegam que gostaram de usar o Cabri, destacando, como ponto forte, a possibilidade de animação das figuras criadas. Como exemplo, a Figura 51 mostra a resposta do Sujeito S3.

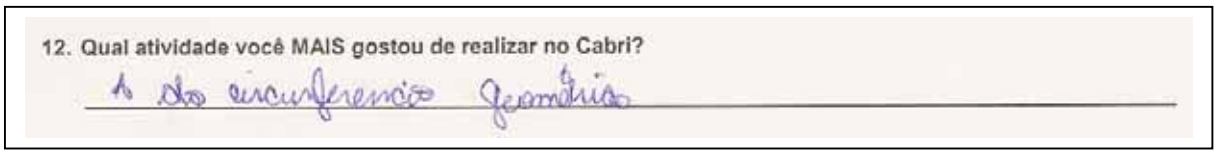


Figura 51: Resposta do Sujeito S3 para a Questão 10

A Figura 52 traz a resposta do Sujeito S4. Chama a atenção a substituição da palavra “animação” por “zuanu”, mais uma vez parecendo demonstrar total descomprometimento com formalização.

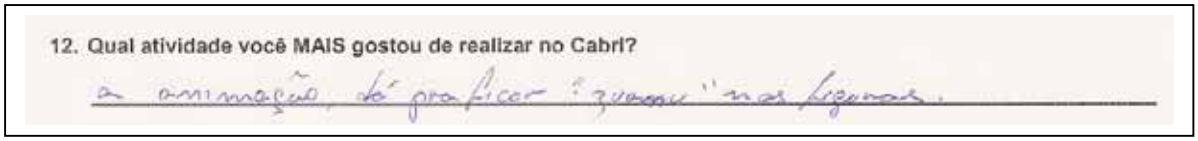


Figura 52: Resposta do Sujeito S4 para a Questão 12

Na questão 13 (Qual a atividade que você MENOS gostou de realizar no Cabri?), a expectativa era identificar alguma reclamação sobre o software ou, pelo menos, alguma dificuldade que os sujeitos pudessem relatar. A perspectiva não se confirmou. Todos os sujeitos alegaram não existir atividade ruim com o Cabri, provavelmente em função do pouco tempo de uso, o que pode ser um agente motivador, levando os sujeitos a buscarem novas maneiras de usar os recursos do software.

A questão quatorze (Na sua opinião, você conseguiu entender melhor os conceitos de Trigonometria depois de usar o Cabri? Explique sua resposta.), foi respondida de modo semelhante pelos sujeitos. O Sujeito S2, cuja resposta encontra-se transcrita na Figura 53, acredita que o aspecto gráfico permite uma melhor compreensão dos conceitos.

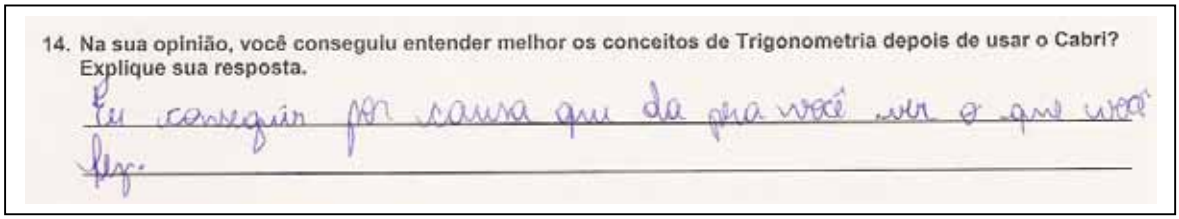
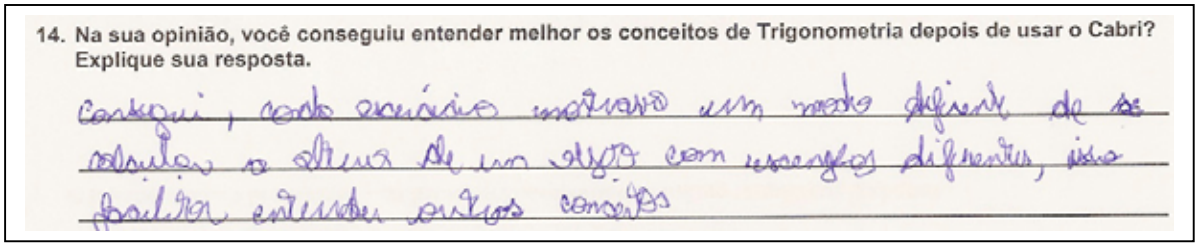


Figura 53: Resposta do Sujeito S2 para a Questão 14

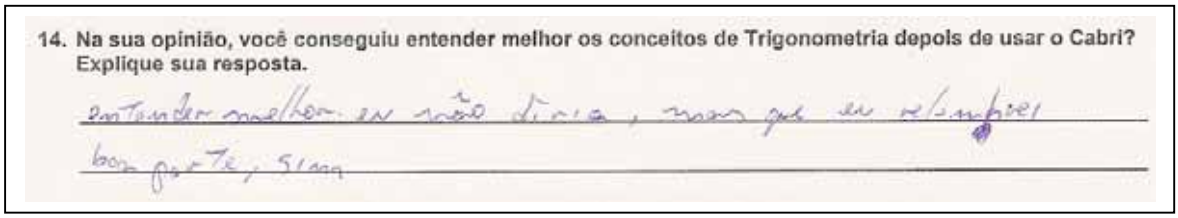
O Sujeito S3 respondeu afirmativamente, focando a possibilidade de se resolver de modos diferentes um mesmo problema, usando os recursos gráficos, como visto na Figura 54.


14. Na sua opinião, você conseguiu entender melhor os conceitos de Trigonometria depois de usar o Cabri? Explique sua resposta.

Consegui, cada exercício motivava um modo diferente de se resolver e ficava de um jeito com ângulos diferentes, isso facilitou entender outros conceitos

Figura 54: Resposta do Sujeito S3 para a Questão 14

O Sujeito S4 também respondeu de modo favorável ao uso do software Cabri (Figura 55), mas identificou um aspecto importante a ser considerado quando se analisa o uso de recursos informáticos através de intervenções. Se o sujeito está usando um recurso informático para realizar atividades sobre conceitos já vistos em aulas anteriores, pode simplesmente estar havendo uma revisão dos conceitos e a melhor compreensão dos mesmos pode ser função dessa repetição e não do uso do recurso informático.


14. Na sua opinião, você conseguiu entender melhor os conceitos de Trigonometria depois de usar o Cabri? Explique sua resposta.

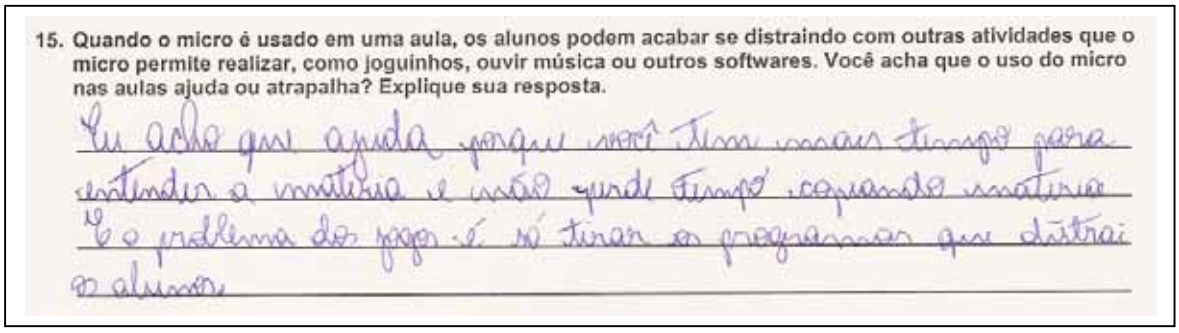
entender melhor eu não diria, mas que eu relembrei bem parte, sim

Figura 55: Resposta do Sujeito S4 para a Questão 14

A última questão proposta, a Questão quinze (Quando o micro é usado em uma aula, os alunos podem acabar se distraindo com outras atividades que o micro permite realizar, como “joguinhos”, ouvir música ou outros softwares. Você acha que o uso do micro nas aulas ajuda ou atrapalha? Explique sua resposta.), buscava obter depoimentos dos sujeitos sobre a utilização dos micros nas aulas. As respostas corresponderam às expectativas.

A Figura 56 mostra a resposta do Sujeito S2, que abordou principalmente a questão do tempo que se leva para copiar a matéria. Esse Sujeito S2 é radical

quando se refere aos diversos aplicativos que podem levar o aluno a distrair-se: removê-los do computador.


15. Quando o micro é usado em uma aula, os alunos podem acabar se distraindo com outras atividades que o micro permite realizar, como joguinhos, ouvir música ou outros softwares. Você acha que o uso do micro nas aulas ajuda ou atrapalha? Explique sua resposta.

Eu acho que ajuda porque você tem mais tempo para entender a matéria e não perde tempo copiando matéria
E o problema do jogo é só tirar os programas que distrai os alunos

Figura 56: Resposta do Sujeito S2 para a Questão 15.

De um modo geral, foi possível observar que o Cabri foi mais utilizado pelos sujeitos nas tentativas de resolver situações problema (Questões 7,8,9 e 10) ou aquelas que eram apresentadas de modo diferente do que comumente aparece em livros didáticos (Questão 5).

Quanto às questões conceituais (Questões 1,2,3,4 e 6), não foi observado o uso do Cabri. Entretanto, até mesmo nesses casos, os sujeitos poderiam ter utilizado como referência, pelo menos, a terminologia correta com que o Cabri apresenta os conceitos. Aparentemente, os sujeitos não recorreram a este auxílio, por conseguir resgatar da memória respostas que julgavam corretas para as questões propostas.

A tabela abaixo, (TABELA 6), resume as observações anotadas durante a intervenção nesta Etapa 3.

Convém observar que a literatura acentua a geometria dinâmica e a possibilidade de registro e recuperação das atividades desenvolvidas pelos usuários do Cabri como pontos importantes. Nesta dissertação, constatou-se que a geometria dinâmica realmente foi bastante utilizada pelos sujeitos na tentativa de validar as estratégias tentadas nas soluções de problemas.

Quanto à capacidade de registro e recuperação das operações, foi constatado que se trata de um recurso muito útil para o professor tentar compreender como os usuários elaboraram as suas estratégias.

Outro aspecto que também foi observado, nesta ETAPA 3, diz respeito à utilização do Cabri como instrumento que favorece uma aprendizagem significativa, inicialmente por incentivar uma postura favorável por parte dos usuários para que tenham disposição em aprender de modo significativo e também por tratar-se de material potencialmente significativo, permitindo execução de atividades adequadas à realidade dos usuários.

A possibilidade do uso do Cabri em estratégias educacionais que privilegiem a resolução de problemas ficou evidenciada na observação dos sujeitos tentando resolver as questões propostas. Não havendo possibilidade de resgatar uma solução da memória, os sujeitos elaboram estratégias e testam-nas com auxílio do software, validando-as ou alterando-as com muita facilidade, na busca por uma resposta correta.

QUESTÕES	SUJEITOS	Uso do CABRI		Utilização do Cabri Géomètre	Dificuldades e Procedimentos Observados
		SIM	NÃO		
1. O que é um triângulo?	S2		X		terminologia imprópria
	S3		x		terminologia imprópria
	S4		x		terminologia imprópria
	S5		x		terminologia imprópria
2. Desenhe três tipos diferentes de triângulos.	S2		x		conceitos incorretos
	S3		x		conceitos incorretos
	S4		x		conceitos incorretos
	S5		x		ausência de conceitos
3. O que é um triângulo retângulo? Explique.	S2		x		Xxx
	S3		x		Xxx
	S4		x		Xxx
	S5		x		conceitos incorretos
4. Conhece alguma propriedade ou princípio envolvendo triângulo retângulo? Explique.	S2		x		Xxx
	S3	x		desenhou e calculou a hipotenusa	Xxx
	S4		x		Xxx
	S5		x		conceitos incorretos
5. Podem existir triângulos retângulos com dois ângulos retos?	S2	x		tentou desenhar e verificou ser impossível	não soube explicar
	S3	x		tentou desenhar e verificou ser impossível	concluiu com base no Cabri
	S4	x		tentou desenhar e verificou ser impossível	não soube explicar
	S5	x		tentou desenhar e verificou ser impossível	não soube explicar
6. Você já estudou algumas razões trigonométricas no triângulo retângulo (seno, cosseno, tangente)? Caso afirmativo, o que você sabe sobre elas?	S2		x		não respondeu
	S3		x		definiu corretamente
	S4		x		alegou não lembrar
	S5		x		reproduziu o desenho do ciclo
7. Elabore alguma situação problema que pode ser resolvida com auxílio dessas razões trigonométricas.	S2	x		visualizou a figura e efetuou cálculos	reproduziu um triângulo retângulo
	S3	x		visualizou a figura e efetuou cálculos	respondeu corretamente
	S4	x		visualizou a figura e efetuou cálculos	reproduziu um triângulo retângulo
	S5	x		visualizou a figura e efetuou cálculos	não respondeu
8. Como medir a altura do prédio abaixo?	S2	x		desenhou a figura e calculou valores	sugeriu o uso de Pitágoras
	S3	x		desenhou a figura e calculou valores	sugeriu o uso de tangente
	S4	x		desenhou a figura e calculou valores	sugeriu o uso de tangente
	S5	x		desenhou a figura e calculou valores	não respondeu
9. Como você poderia medir a distância entre a Terra e a Lua?	S2	x		desenhou dados e testou hipóteses	sugeriu o uso de tangente
	S3	x		desenhou dados e testou hipóteses	sugeriu o uso de tangente
	S4	x		desenhou dados	não resolveu
	S5	x		desenhou dados	não resolveu
10. Como você poderia determinar da altura h de uma montanha, usando duas sombras de uma vareta de comprimento v.?	S2	x		desenhou a figura e testou hipóteses	sugeriu o uso de tangente
	S3	x		desenhou a figura e testou hipóteses	sugeriu o uso de tangente
	S4	x		desenhou a figura	sugeriu o uso de tangente
	S5	x		desenhou a figura	não respondeu

Tabela 6: Resumo da ETAPA 3

Capítulo 7 – Discussão dos Resultados

Observar os sujeitos utilizando o software Cabri Géomètre II, para trabalhar com conteúdos matemáticos de Trigonometria, forneceu indicativos de como os recursos tecnológicos podem ser usados como ferramentas auxiliares na formação de conceitos e na resolução de problemas, favorecendo a aprendizagem significativa.

É importante, mais uma vez, alertar para a abordagem qualitativa e o delineamento exploratório deste trabalho. Deste modo, a expectativa é que o assunto aqui tratado possa ser melhor compreendido e possa incentivar novos trabalhos, que, juntos a este, possam tornar o uso educacional da Informática e de suas implicações no processo de ensino aprendizagem cada vez mais conhecido.

O pequeno número de sujeitos envolvidos nesta dissertação não permite generalizações. Esta dissertação procurou obter caminhos que pudessem auxiliar professores na elaboração de estratégias educacionais que contemplem o uso de recursos informáticos. Certamente não será encontrado, aqui, uma "receita" sobre como usar o computador na sala de aula, mas sim "caminhos" que levem a resultados previstos.

Feitas estas considerações, resta interpretar, à luz da teoria, os resultados aqui obtidos.

Em relação à formação de conceitos, o referencial teórico utilizado foi Klausmeier e Goodwin (1977). Para estes autores, é importante que o aluno estude os conceitos matemáticos de modo a compreender a sua aplicabilidade no seu cotidiano, evitando-se estratégias que priorizam a memorização. As vantagens obtidas com esse enfoque foram confirmadas nas pesquisas de Lindgger (2000) e Pereira (2000).

Na presente pesquisa, existem indicativos de que os sujeitos, com muita freqüência, procuram resgatar da memória algo que julgam saber. Deste modo, se a lembrança que o sujeito tem sobre o conceito requerido é vaga ou falha, certamente ele irá utilizá-lo de modo incorreto, podendo, inclusive, formar princípios que não correspondem à realidade. Tal característica pode ser notada, principalmente, nas questões conceituais da ETAPA 3 (Questões 1, 2, 3, 4 e 6).

Em sua proposta, Klausmeier e Goodwin sugerem procedimentos para auxiliar os professores a elaborarem estratégias que privilegiem a construção de conceitos de modo significativo, sugerindo, inicialmente, que o professor identifique o nível em que o aluno pode formar o conceito. Pirola (2000) alerta para a necessidade de capacitar professores para prepará-los tanto para os aspectos relacionados à aprendizagem de conceitos, que poderão ser utilizados na resolução de problemas, quanto aos conteúdos matemáticos propriamente ditos.

No presente trabalho, as respostas dos sujeitos parecem indicar que eles formam conceitos trigonométricos no nível de identidade, ou seja, eles conseguem discriminar um conceito de outros e generalizar suas formas equivalentes, mas apresentam algumas dificuldades em reconhecer todas as suas variações, o que caracterizaria o nível classificatório e, certamente, apresentam muita dificuldade em formar o conceito em um nível formal.

Constatado o nível em que o aluno é capaz de formar o conceito, o professor deve ensinar o aluno a elaborar uma estratégia para formá-lo. Neste trabalho, a estratégia proposta é através do uso de recursos informáticos. Observando o uso do software pelos sujeitos, parece haver indicações de que eles, seguindo uma estratégia elaborada pelo professor, beneficiam-se de seus recursos gráficos para verificar os atributos definidores do conceito, diferenciando-os de outros conceitos. Resultados semelhantes, evidenciando os benefícios dos recursos gráficos, podem ser encontrados nos trabalhos de Brighenti (2001) e Fernandes (2000).

O uso do Cabri Géomètre II permite encorajar o processo de descoberta e de auto-avaliação dos sujeitos, reservando ao professor, através da verificação do registro das etapas pelas quais o sujeito passou, a possibilidade de compreender como o conceito foi construído. As vantagens do uso de softwares que permitam o registro das atividades desenvolvidas foi observada, também, por Miskulin (1994), com o uso do Logo.

Klausmeier e Goodwin sugerem que seja privilegiada a resolução de problemas, o que deve favorecer o processo de construção do conhecimento por propiciar ambientes mais desafiadores aos alunos.

Nesta dissertação, os sujeitos trabalharam com dois tipos de material didático fornecido pelo professor: um deles propunha uma seqüência pré-estabelecida de atividades, que culminava com a elaboração de um ciclo trigonométrico no Cabri; o outro, propunha situações problema sem indicativo algum para a sua resolução.

Mesmo com o curto período de convivência com os sujeitos, ficou evidenciada a preferência desses pelas atividades em que havia uma seqüência pré-determinada de ações. Com esse tipo de material, os sujeitos "trabalhavam" quietos, seguindo os passos estabelecidos e chegavam a comemorar quando conseguiam reproduzir uma figura ou uma animação; por exemplo, as atividades de construção do Ciclo Trigonométrico no Roteiro de Atividades 1.

Quando os sujeitos estão trabalhando com as situações problema, mesmo sabendo tratar-se de conceitos trigonométricos, eles apresentaram certo desconforto para iniciar o "trabalho". Muitas perguntas foram feitas, aparentemente na tentativa de verificar se podiam "começar daquela maneira ou não". Entretanto, quando os sujeitos passaram a usar o Cabri, logo perceberam que podiam "testar uma proposta de resolução" e verificar os resultados, corrigindo-os com facilidade, se julgassem necessário. Essa constatação, que coincide com os resultados de Sternberg, foi mais claramente verificada nas Questões 5, 7, 8, 9 e 10 da ETAPA 3.

Como o Cabri possui recursos para gravar as tentativas que o sujeito elaborou, passo a passo, o acompanhamento de seu "raciocínio" pode ser feito pelo professor. Se o aluno resolve um problema no papel, usando lápis e borracha, o professor somente poderá avaliar um resultado pronto, a menos que acompanhe o aluno passo a passo, o que é dificultado pelas classes com muitos alunos.

Uma característica existente no uso do Cabri é a possibilidade de permitir que os alunos elaborem simulações de situações que não podem ser facilmente representadas com o auxílio de outros materiais ou, ainda, que os alunos possam trabalhar com animações, o que também é extremamente difícil sem o uso dos computadores. Marco (2004) observou essa característica dentro dos resultados obtidos em sua pesquisa.

Outra característica favorecida pelo uso do Cabri é a possibilidade de interatividade entre o sujeito e o próprio software. Dessa maneira, o sujeito pode

testar suas estratégias e receber o que Klausmeier e Goodwin chamam de "feedback informativo" para cada ação sua, verificando a conveniência ou não de sua escolha. É recomendável que o professor deva acompanhar essas tentativas e a interpretação dessas respostas fornecidas pelo software para orientar na escolha dos melhores caminhos. Essa interatividade foi evidenciada, também, por Miskulin (1999).

A atuação do professor, quando o recurso informático é utilizado, também pode ser verificada frente à teoria proposta por Klausmeier e Goodwin. Sem dúvida, existe necessidade de uma preparação mais elaborada das aulas, o que demanda maior tempo e conhecimento específico sobre o recurso a ser usado, além, obviamente, de perfeito domínio sobres os conceitos envolvidos. Neste sentido, Valente e Almeida (1999), alertam para a necessidade de atenção na formação de professores, vislumbrando o uso de recursos tecnológicos.

Em relação à resolução de problemas, o referencial teórico utilizado foi a teoria proposta por Sternberg (2000), nominada de ciclo de resolução de problemas. Nesta dissertação, os sujeitos foram observados enquanto resolviam problemas propostos, e as observações coletadas foram comparadas com as fundamentações da teoria de Sternberg (2000). Alves (2003) confirmou a relevância de pesquisas relacionadas com resolução de problemas.

Foi observado que os sujeitos encaram algumas das atividades propostas como situações problemas, como, por exemplo, as Questões 8, 9 e 10 da ETAPA 3, enquanto que, em outras, eles tentam resgatar da memória, de modo imediato, alguma solução, por exemplo as Questões 1, 2 ,3 e 4 da ETAPA 3. As respostas obtidas demonstraram, de modo claro, essa tentativa de resgatar soluções prontas da memória e parece haver indicativos de que, muitas vezes, as soluções resgatadas automaticamente não se aplicam à situação proposta ou são concepções errôneas de conceitos mal formados no intelecto do sujeito. O presente trabalho focou as atividades em que os sujeitos, utilizando o Cabri Géomètre II, não resgataram da memória uma solução pronta para tentar resolver o problema proposto.

Verificando a resolução de situações problemas com auxílio do Cabri, pode ser percebido que os sujeitos identificaram a existência de um problema e tentaram representá-lo, usando as ferramentas oferecidas pelo software. Nessas

atividades, ficou evidenciada a facilidade que o software oferece, permitindo modificar figuras criadas, mantendo as características da construção, ou mesmo possibilitando aos sujeitos reiniciarem as construções quantas vezes necessário, evitando as limitações evidentes de espaço e organização existentes quando essas construções são elaboradas em cadernos, com lápis e borracha. Essa facilidade em representar adequadamente o problema foi identificada por Alves (1999), como fator que levou a um maior número de casos de sucesso na resolução de problemas.

Os sujeitos elaboraram estratégias de solução, baseadas nas atividades que haviam efetuado durante a intervenção. Parece haver indicativo de que os sujeitos estão acostumados a trabalhar de modo segmentado. Isto é, se o assunto que está sendo visto é, por exemplo, cálculo de distâncias, usando o conceito de tangente, essa estratégia é preferencialmente usada nas tentativas iniciais de solução de qualquer problema que envolva cálculos de distâncias. Para Sternberg, esse fato, que dificulta a adoção de novas estratégias, pode ser chamado de "fixidez funcional".

O uso do software Cabri Géométre II favoreceu a organização da informação e a alocação dos recursos, com a vantagem adicional de permitir alterações e até mesmo manter relacionamentos estabelecidos durante as construções.

Sternberg (2000) descreve que o sujeito deve ter possibilidade de monitorar suas tentativas de resolução para avaliar se está tendo progresso ou não na estratégia escolhida. Observando os sujeitos utilizando o Cabri, foi possível constatar que este software privilegia, de modo inegável, esta característica, permitindo, inclusive, que os resultados obtidos possam ser avaliados. Como exemplo, as tentativas dos sujeitos em construir um triângulo com dois ângulos retos (Questão 5 da ETAPA 3) resultavam sempre em resultados negativos, pois o software preservava a existência dos ângulos retos, impedindo deformações nas figuras criadas. Neste mesmo sentido, foram as conclusões de Fernandes (2000) e de Gomes (2000).

A conotação de ciclo conferida por Sternberg (2000) foi observada durante a resolução de problemas com o auxílio do software. Os sujeitos puderam reconstruir partes de sua estratégia ou mudá-la totalmente a qualquer momento, sempre que o processo de resolução do problema conduziu a situações novas.

Valente (2002) propôs uma configuração espiral para representar o processo de resolução de problemas com o auxílio do computador. Nas observações ocorridas durante a intervenção que trata esta dissertação, o modelo de Valente pareceu representar melhor o procedimento usado pelos sujeitos. Na tentativa de resolvê-los, a cada ciclo "descrição-execução-reflexão-depuração descrição" completado, os sujeitos podiam contar com novas situações que permitiam reiniciar o trabalho em um novo patamar.

Dentre os problemas propostos para os sujeitos na presente pesquisa, alguns deles foram, propositadamente, elaborados de modo que não existisse um roteiro muito bem definido para a sua resolução, como, por exemplo, as Questões 9 e 10. Sternberg (2000) chama este tipo de problemas, de problemas "mal-estruturados". A observação das tentativas de solução dos sujeitos confirmou a preferência por problemas "bem-estruturados" que, pela ótica de Sternberg, apresentam processo bem definido para que se atinja uma solução. A forma de trabalhar dos sujeitos pareceu demonstrar que eles tentam resgatar estratégias já utilizadas com sucesso, em problemas parecidos e encontram dificuldades com esse procedimento, quando deparam-se com problemas "mal-estruturados". Sternberg chama essa característica de "entrincheiramento".

A indicação de Sternberg para a facilidade do uso de recursos informáticos em problemas "bem-estruturados", em função da existência de uma hierarquia de operações, em forma de algoritmo, que pode conduzir a sua resolução, não se confirmou na presente pesquisa. Certamente, os procedimentos algorítmicos podem ser implementados em computadores, mas a observação dos sujeitos tentando resolver problemas "mal-estruturados" com o Cabri mostrou que os benefícios dos seus recursos gráficos, principalmente a geometria dinâmica e a possibilidade de recuperar as etapas elaboradas pelos sujeitos, através dos registros gravados, mostrou uma importante forma de utilização, mesmo para os problemas "mal-estruturados". As observações feitas levam à indicação de que o Cabri pode auxiliar os sujeitos na utilização de "atalhos mentais" ou "estratégias informais".

Outro fator observado durante toda a intervenção foi a dificuldade que os sujeitos encontraram para referir-se aos conceitos envolvidos, por exemplo, as Questões 1, 2 e 3 da ETAPA 3. Essa dificuldade parece ser fruto da falta de conhecimentos específicos conforme a abordagem de Meyer (1992). Para este

autor, o aluno necessita de “Conhecimento Lingüístico” apropriado para atribuir significado correto às palavras. Sem ele, existirá dificuldade em interpretar os problemas propostos e, certamente, em escrever uma resposta que possa ser considerada correta.

Nesta pesquisa, não foi constatado que o uso do Cabri tenha ajudado os sujeitos na melhor formação de “Conhecimento Lingüístico”, apesar de o software grafar constantemente as formas corretas dos conceitos utilizados, talvez em função do pouco tempo de utilização. Não foi constatada, também, a existência de benefícios na formação do “Conhecimento Factual”, uma vez que os sujeitos não demonstraram sedimentar conceitos básicos, como seno, cosseno e tangente, usando-os de modo indevido, quando da elaboração de construções mais elaboradas. Silva (2005) obteve resultados contrários em sua pesquisa.

Outro referencial teórico utilizado nesta dissertação foi a teoria de Ausubel (1980), relacionada com a aprendizagem significativa. A observação de sujeitos resolvendo problemas com auxílio de recursos tecnológicos é particularmente rica em detalhes sobre esse aspecto.

A constatação inicial, obtida da observação dos sujeitos utilizando recursos informáticos para resolver problemas, foi que existe possibilidade de se compreender a sua estrutura cognitiva. Miskulin (1994) constatou, em sua pesquisa, que ambientes informatizados podem propiciar a compreensão do funcionamento cognitivo.

Foram identificados indícios de dificuldade em relacionar os novos conceitos com outros conceitos já existentes na sua estrutura cognitiva, aparentemente pela impossibilidade de estabelecer uma estrutura hierárquica de conceitos ou pela ausência de “conceitos subsunçores”. Essa constatação pareceu indicar que os sujeitos foram submetidos, com freqüência, a um tipo de aprendizagem que Ausubel chama “mecânica”. Isso foi observado na dificuldade que os sujeitos demonstraram ter em relacionar conceitos para a formação de princípios e aplicá-los em situações práticas, principalmente nas Questões 7, 8, 9 e 10 da ETAPA 3.

De acordo com Ausubel (1980), os indivíduos submetidos a estratégias que privilegiem a “aprendizagem significativa” encontram facilidades em elaborar

uma estrutura cognitiva organizada hierarquicamente, onde novos conceitos podem ser “ancorados”. A elaboração dessa estrutura cognitiva pode ser facilitada com o auxílio de “organizadores prévios”, que facilitará o processo de interligação entre os conceitos novos e os já existentes. A forma como os sujeitos utilizaram o Cabri, no processo de resolução de problemas, pareceu indicar que o recurso tecnológico utilizado pode auxiliar neste processo. A pesquisa de Fernandes (2000) apresentou resultados semelhantes. A pesquisa de Martins (2003) forneceu indícios de que o uso do Cabri pode favorecer a atribuição de significado aos gráficos do seno e cosseno.

A repetida incidência de situações em que os sujeitos pareciam estar tentando resgatar da memória fórmulas ou conceitos, observadas nesta pesquisa, pareceu indicar que, provavelmente, houve apenas “aprendizagem mecânica”.

A expectativa de o uso do Cabri favorecer a “aprendizagem significativa” foi confirmada nas observações efetuadas na intervenção. Os sujeitos expressavam-se verbalmente sobre os conceitos, relacionando-os de modo hierárquico em sua estrutura cognitiva, o que pode ser verificado, também, com a análise dos registros que o software faz das etapas construídas pelos sujeitos no computador.

As duas condições que Ausubel considera necessárias para que possa ocorrer aprendizagem significativa foram identificadas, claramente, neste trabalho. O sujeito apresentou disposição em aprender significativamente, provavelmente em função do uso do computador, situação já identificada na pesquisa de Fernandes (2000). Além disso, o uso de recursos informáticos mostrou-se potencialmente significativo, tanto no seu aspecto lógico, quanto no seu aspecto psicológico. Brum (2001) ressaltou que o uso desses recursos tecnológicos podem conduzir a resultados favoráveis, principalmente por favorecer o desenvolvimento de um ambiente investigativo.

Outro aspecto importante que foi identificado durante a intervenção havida nesta pesquisa, muito embora não relacionado diretamente com o problema de pesquisa, diz respeito à atuação do professor, caso sua estratégia educacional opte por utilizar recursos informáticos.

Durante a intervenção, foi observado que os sujeitos raramente buscavam ajuda com o instrutor, para esclarecer algum ponto obscuro na estratégia que

estavam testando para a resolução dos problemas, se eles dispusessem de material didático auxiliar, como, por exemplo, o Roteiro de Atividades 1, utilizado na intervenção. Por outro lado, quando deparavam com situações problemas que não estavam acompanhadas de material didático auxiliar ou eram apresentadas de modo diferente das situações anteriores, a busca por auxílio era mais freqüente, como nas Questões 7, 8, 9 e 10 da ETAPA 3.

Deriva da observação desse fato, que a atividade do professor parece ser mais exigida se ele privilegiar estratégias educacionais que obriguem os alunos a construírem os seus caminhos para a resolução dos problemas propostos e não resgatar da memória estratégias já utilizadas com sucesso. Além disso, existem indícios de que a atividade do professor ficou mais complexa em função da existência de inúmeras estratégias experimentadas por vários alunos, e esse problema será proporcionalmente agravado com classes maiores.

Diante desta situação, o uso do computador e do Cabri pareceu auxiliar o professor. Mesmo não possuindo um roteiro ou um material auxiliar, os sujeitos puderam experimentar suas estratégias de resolução e receber *feedback* do próprio software, através do computador, função exclusiva do professor quando não estão presentes esses recursos informáticos. Claro que continua imprescindível a participação do professor para atuar como um tutor, orientando o sujeito. Mais ainda, foi possível acompanhar as etapas desenvolvidas pelos sujeitos através do registro que o Cabri efetua de suas tentativas, não sendo necessário que o professor acompanhe, ao lado do sujeito, seu raciocínio enquanto ele acontece, o que foi muito difícil neste trabalho com pouco sujeitos e certamente agravar-se-á em classes mais numerosas.

Foi observado, também, que o uso dos recursos informáticos exigem estratégias criativas por parte do professor, uma vez que os sujeitos, diante do computador, podem encontrar outros softwares e desenvolver outras atividades durante a aula, acabando por tornarem-se dispersivos em relação aos objetivos trabalhados. Nesta situação, o uso dos recursos informáticos pode ser desastroso, levando o aluno a desinteressar-se pelo conteúdo que se pretende trabalhar.

Também parece ter ficado evidente, com as atividades realizadas pelos sujeitos neste trabalho, que há necessidade de o professor possuir capacitação adequada no uso dos recursos informáticos de uma maneira geral e não somente

em relação ao software utilizado, já que sua utilização está sujeita a uma enorme quantidade de ocorrências, como mal funcionamento de equipamentos, situações inesperadas com os softwares, uso de periféricos, como impressoras ou disquetes, e até simples problemas de interrupção de energia.

Talvez essa dependência tão ampla seja um forte fator inibidor ao uso desses recursos informáticos por parte dos professores.

Outra constatação que certamente dificulta o uso dos computadores no ambiente educacional, é a precariedade dos laboratórios de informática nas instituições.

Para que possa haver alguma forma de trabalho organizado, incentivando a aplicação de estratégias educacionais, os computadores devem existir em número compatível com as quantidades de alunos nas classes. Na presente dissertação, os sujeitos trabalharam, individualmente, cada um em um micro, uma situação ideal, distante da realidade da escola como um todo, onde classes com 30 alunos são comuns.

Trabalhar em grupos com mais de três alunos em cada computador esbarra em limitações de espaço e em limitações educacionais. Divisão das classes em turmas não costuma ser alternativa bem recebida pela direção das escolas e nem mesmo pelos professores. Resta, então (neste trabalho esta foi a situação observada), trancar o laboratório de informática e utilizá-lo em situações esporádicas, como uma atividade em si, e não como uma ferramenta disponível para estratégias educacionais.

Além disso, há de ser lembrado que o uso dos equipamentos favorece a ocorrência de danos e a necessidade de reparos, que, por sua vez, envolvem custos com os quais as escolas, principalmente as escolas públicas, geralmente não podem arcar.

Quanto aos conhecimentos matemáticos dos sujeitos, foi abordado, nesta dissertação a Trigonometria. Os relatos dos sujeitos indicaram pouco conhecimento das relações existentes entre os conceitos trigonométricos já estudados e situações cotidianas, bem como demonstraram desconhecimento das origens históricas da Trigonometria e de suas aplicações, fatores que conferiram à Trigonometria a importância no currículo escolar atual. É muito provável que esta seja uma das

principais razões para que a Trigonometria seja entendida como um conjunto de fórmulas para serem usadas em cálculos, sem o menor significado para os sujeitos, o que certamente dificulta o processo de ensino aprendizado.

Concluindo, com base no que já foi discutido aqui, a presente dissertação permitiu confirmar que o uso do Cabri Géomètre II pode auxiliar no processo de resolução de problemas de Trigonometria, desde que inserido em uma estratégia educacional adequada.

A observação dos sujeitos resolvendo problemas de Trigonometria com auxílio desse software foi extremamente rica em detalhes e permitiu concluir que as principais vantagens para os usuários, obtidas com sua utilização, referem-se à:

1. Facilidade em organizar os dados fornecidos nas situações-problema de modo gráfico.
2. Facilidade em alterar os dados graficamente, mantendo as características da construção realizada (Geometria Dinâmica).
3. Facilidade em atualizar cálculos vinculados às figuras construídas.
4. Facilidade no acompanhamento das tentativas de resolução na busca de uma resposta correta.

A pesquisa permitiu, também, identificar vantagens para os professores que utilizarem o software em suas estratégias educacionais, principalmente:

1. Facilidade em adequar o software às situações cotidianas dos alunos, o que o torna potencialmente significativo.
2. Facilidade em resgatar a maneira como o usuário construiu as figuras na busca de uma resposta correta, permitindo verificar o seu raciocínio, mesmo após a conclusão da atividade.

Ainda analisando a utilização do Cabri, ficou evidenciado que existem problemas de ordem prática, que podem restringir a amplitude de seus benefícios, destacando-se os seguintes:

1. Há a necessidade de uma estrutura de informática adequada na escola. Essa adequação relaciona-se tanto à quantidade de equipamentos disponível, quanto à existência de verba para a manutenção dos mesmos.
2. Há a necessidade de se capacitar os professores para utilizar o software de modo significativo dentro de uma estratégia educacional apropriada.
3. Há a necessidade de se capacitar os alunos para usar o software.

O objetivo específico desta dissertação foi a verificação do modo como os sujeitos usavam o Cabri para resolver problemas de Trigonometria e a identificação das dificuldades que eles encontravam nesse processo. Em relação a esse aspecto, foi constatado, principalmente nas repostas das Questões da ETAPA 3 da intervenção, que:

1. Os sujeitos apresentam deficiência na utilização de conceitos básicos de Trigonometria, o que acarreta dificuldades na resolução de problemas correlatos.
2. Os sujeitos não utilizam uma linguagem matemática adequada.
3. Os sujeitos, sempre que possível, tentam resgatar, da memória, respostas para os problemas propostos, o que pode levar a incoerências uma vez que nem sempre elas existem e são corretas.
4. Os sujeitos demonstraram preferir ou estar mais familiarizados com atividades pré-programadas, como as solicitadas no Roteiro de Atividades 1.

5. Os sujeitos demonstraram não recorrer ao software quando submetidos a questões conceituais, mesmo havendo recursos que pudessem auxiliá-los, como por exemplo a existência de grafia e nomenclatura corretas.

Considerações finais

Neste trabalho de pesquisa, quatro sujeitos, alunos da segunda série do Ensino Médio de uma escola pública do interior do Estado de São Paulo, foram observados enquanto usavam microcomputadores e o software Cabri Géomètre II como recursos tecnológicos para auxiliar na resolução de problemas de Trigonometria.

Como objetivo principal, procurou-se obter mais informações sobre a maneira como o uso desses recursos pode influenciar no processo de resolução de problemas, para fornecer subsídios que pudessem ser usados por professores na elaboração de estratégias educacionais, que contemplassem o uso de tecnologia.

A importância curricular conferida à Trigonometria, em função de sua significância e aplicabilidade em situações cotidianas, aliada à aparente dificuldade que alunos encontram em aprender seus conceitos, foi o fator motivador de sua escolha.

A dependência cada vez maior que o cidadão comum tem dos recursos informáticos, chegando a depender deles para exercer plenamente a sua cidadania, foi indicativo primordial para a sua inclusão neste trabalho.

Conceitualmente, esta dissertação pautou-se na teoria de Klausmeier e Goodwin (1977) para compreender como os sujeitos formam os conceitos, considerou os preceitos da teoria de Sternberg (2000) para esclarecer como eles resolviam os problemas e buscou em Ausubel (1980) as considerações, elaboradas por este autor, sobre a aprendizagem significativa.

Os sujeitos foram submetidos, por intermédio de uma intervenção, à resolução de problemas, usando o microcomputador e o software Cabri Géomètre II.

As observações, resultantes da intervenção, foram confrontadas com os indicativos das teorias utilizadas para fundamentar conceitualmente este trabalho, e coincidências e divergências foram observadas, fornecendo uma quantidade maior de informações sobre como os recursos informáticos podem influenciar o processo de resolução de problemas.

A abordagem qualitativa e o delineamento exploratório, usados nesta dissertação, conduziram a uma maior familiaridade com o assunto estudado, propiciando evidências que levam a compreendê-lo melhor.

As observações realizadas neste trabalho parecem confirmar a importância e a conveniência do uso dos recursos informáticos em estratégias educacionais que conduzam à aprendizagem significativa. Justifica-se, pela característica motivadora desses recursos, que podem despertar o desejo de aprender significativamente e por sua potencialidade significativa, caracterizada pela grande variedade de formas com que o sujeito pode utilizá-los, adequando-os a sua realidade.

Quanto à resolução de problemas, foi possível observar indicativos de vantagens no uso dos recursos tecnológicos, uma vez que eles facilitam os processos em cada uma das etapas propostas por Sternberg (2000) no seu modelo cíclico, mesmo quando o sujeito encontra-se diante de problemas mal estruturados. Entretanto, a observação dos sujeitos, utilizando o Cabri, pareceu melhor caracterizada pelo modelo espiral proposto por Valente (2002).

As características conferidas às atividades elaboradas com o uso do Cabri, durante a intervenção, resultaram em importantes indicativos a serem observados por professores que pretendam utilizar recursos tecnológicos em suas estratégias educacionais.

A observância das condições dos laboratórios de informática e os relatos obtidos durante a pesquisa indicam que, principalmente nas escolas públicas, o número reduzido de equipamentos disponíveis, a sua condição de uso, a quantidade de alunos em cada classe, as despesas necessárias para as constantes manutenções e a necessidade de ampla capacitação dos professores parece conduzir para o abandono ou, no mínimo, para a utilização esporádica dos recursos tecnológicos.

O levantamento de informações sobre o uso de informática, obtido nesta dissertação, indica uma deficiência na disponibilização desses recursos para os alunos, privando-os de ferramentas que poderiam facilitar sua vida acadêmica e, mais que isso, dificultando o exercício de uma plena cidadania.

Foram constatados, também, indícios de que a escola poderia utilizar de modo mais amplo os recursos informáticos que dispõe, tanto no aspecto puramente educacional, quanto na inclusão digital de seus alunos.

As indicações obtidas com esta dissertação podem servir de sugestão para a elaboração de novos trabalhos, sobretudo àqueles direcionados para a elaboração de estratégias educacionais, que contemplem o uso de recursos tecnológicos na resolução de problemas.

Referências

ALVES, Érica Valeria.**Um estudo exploratório dos componentes da habilidade matemática requeridos na solução de problemas aritméticos por estudantes do ensino médio.** Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação. Campinas, 1999.

ALVES, Érica Valéria ; BRITO, Márcia Regina Ferreira. **Algumas considerações sobre a solução de problemas.** Anais do VII EBRAPEM: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. UNESP-Rio Claro, 2003.

ALVESTAD, K.; WIGFIELD, A. **A matter of motivation.** Executive Educator, 15, 12-13, 1993.

AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph. D. e HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**, Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 2ª edição, 1980.

BALDIN, Yurico Yamamoto; VILLAGRA, Guillermo Antonio Lobos. **Atividades com Cabri-Géomètre II para cursos de licenciatura em matemática e professores do ensino fudamental e médio**. São Carlos: EdUFSCar, 2002.

BARANAUSKAS, M. C. C. *et al*. Uma Taxonomia para Ambientes de Aprendizado Baseados no Computador. *In:* VALENTE, J. A. (Org.) **O computador na sociedade do conhecimento.** Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 1999.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCNEM: Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/ Semtec, 1999. Disponível em: <http://www.mec.gov.br>. Acessado em 04/10/2005.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCNEM+: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC, 2002. Disponível em: <http://www.mec.gov.br>. Acessado em 04/10/2005.

BRIGHENTI, Maria José Lourenção. **Representação gráfica: importante recurso na formação de conceitos trigonométricos**. *In:* VII Encontro Nacional de

Educação Matemática. Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: <http://www.sbem.com.br/ANAIS/VII%20ENEM/ARQUIVOS/comun_11.pdf> Acesso em: 14/08/2005.

BRITO, Márcia Regina F. de. **Psicologia da educação matemática – teoria e pesquisa**. Florianópolis: Insular, 2001.

BRUM, Antonio Gil de Vicente. **CabriJava: aplicação de uma tecnologia promissora como ferramenta auxiliar no ensino de matemática**. *In:* VII Encontro Nacional de Educação Matemática. Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: <http://www.sbem.com.br/ANAIS/VII%20ENEM/ARQUIVOS/comun_65.pdf>. Acesso em: 14/08/2005.

CARVALHO, Ana Maria Louzar Brosco de. **A construção da idéia de número: um estudo sobre a utilização de computadores no processo de ensino-aprendizagem com crianças da educação infantil.** (Dissertação – Universidade Estadual Paulista). Faculdade de Ciências, Bauru, 2004.

CHACE, A. B. .**The Rhind Mathematical Papyrus**.- volume 8 - Colection Classics in Mathematics Education of The National Council of Teachers of Mathematics – NC Classics TM 2ª Edição, U.S.A., 1986.

CGI-BR, **Comitê Gestor da Internet no Brasil**. Disponível em: <http://www.cgi.br/releases>. Acesso em: 25/11/2005.

COSTA, Nielce Meneguelo Lobo da. **Funções seno e cosseno: uma seqüência de ensino a partir dos contextos do "mundo experimental" e do computador**. (Dissertação de Mestrado em Ensino de Matemática). PUC-SP, 1997.

DINIZ, Maria Ignes de S.V. ; SMOLE, Kátia S. Um professor competente para o ensino médio proposto pelos PCNEM. **Educação Matemática em Revista.** REVISTA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, Brasília, 2002.

EVES, H. **Introdução à história da matemática**. Campinas: Editora da UNICAMP, 1995.

FERNANDES, Maria da Conceição Vieira. **Importância do desenho geométrico no ensino da geometria na educação fundamental**. III Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho & 14º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico Ouro Preto, 2000.
Disponível em:< http://www.pro.ufjf.br/desgeo/Artigos/Art_FerNeves.pdf>. Acesso em: 23/09/2005.

GASPARETTI, Marco. **Computador na educação: guia para o ensino com as novas tecnologias.** São Paulo: Esfera, 2001.

GOMES, Maristela Gonçalves. **Solução de problemas de matemática: procedimentos utilizados por sujeitos com graus de escolaridade diferentes**. (Dissertação de Mestrado em EDUCAÇÃO na Área de Concentração: Psicologia Educacional). UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 1998.

GOMES, Alex Sandro. **Modelo para a análise da aprendizagem consecutiva ao uso de artefatos computacionais**. *In:* SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 2000, Maceió. Anais do XI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Maceió: Editora Universitária da UFAL, 2000.

INFO EXAME, Prêmio Info de Inclusão Digital**. Revista Info Exame**. nº234, 2004**.** Disponível em: <http://info.abril.com.br/inclusaodigital/2004/index.shl>. Acesso em: 12/01/2006.

KING, James; SCHATTSCHNEIDER, Doris. **Geometry turned on - dynamic software in learning, teaching, and research**. Washington: Mathematical Association of America, 1997.

KLAUSMEIER, H. J.; GOODWIN, W. **Manual de psicologia educacional**. São Paulo: Harper & Row, 1977.

KNAPP, Linda Roehrig; GLENN, Allen D. **Restructuring schools with technology**, Boston: Allyn and Bacon, 1996.

KOENING, Steven. Reaprendendo a Educação na Era da Tecnologia. **Revista eletrônica da agência de informações dos EUA.** v.2, n.4, 1997. Disponível em: <http://usinfo.state.gov/journals/itsv/1297/ijsp/ijsp1297.pdf>. Acesso em: 25/10/2005.

LINDEGGER, Luiz Roberto de Moura. **Construindo os conceitos básicos da trigonometria no triângulo retângulo: uma proposta a partir da manipulação de modelos.** (Dissertação de Mestrado em Educação Matemática). PUC-SP, 2000.

LOURENÇO, Marcos Luiz. **Cabri-Géomètre II: introdução e atividades.** Catanduva. Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Catanduva, 2000.

MACIEL, Viviane Barros e outros. Trigonometria Utilizando o Software Cabri Géomètre. **Revista eletrônica de educação do curso de pedagogia do campus avançado de Jataí da Universidade Federal de Goiás**. v.1, n.1, 2005.

MARCO, Fabiana Fiorezi de. **Estudo dos processos de resolução de problema mediante a construção de jogos computacionais de matemática no ensino fundamental.** (Dissertação de Mestrado em Educação Matemática). Campinas, SP, 2004.

MARTINS, Vera Lucia de Oliveira Ferreira. **Atribuindo significado ao seno e cosseno, utilizando o software Cabri-Géomètre**. (Dissertação de Mestrado em Educação Matemática). PUC-SP – SP, 2003.

MAYER, R. E. A capacidade para a matemática. *In:* Sternberg, R. **As capacidades intelectuais humanas. Uma abordagem em processamento de informação** (Tradução de Batista, D.). Porto Alegre: Artes Médicas, 1992.

MEANS, Barbara. **Technology and education reform: the reality behind the promise edited by Barbara Means.** San Francisco: Jossey–Bass, 1994.

MEANS, Barbara; OLSON, Kerry. **Technology's role in education reform: findings from a national study of innovating schools.** Menlo Park, CA: SRI International September, 1995.

MISKULIN, Rosana Giaretta Sguerra. **Concepções teórico-metodológicas baseadas em logo e em resolução de problemas para o processo ensino/aprendizagem da geometria .** Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação. Campinas, 1994.

MISKULIN, Rosana Giaretta Sguerra. **Concepções teórico-metodológicas sobre a introdução e a utilização de computadores no o processo ensino / aprendizagem da geometria**. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação. Campinas, 1999.

MOREIRA, M. A. *et al*. **Aprendizagem: perspectivas teóricas**. 2 ed. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 1987.

MORELATTI, Maria Raquel Miotto; OLIVEIRA, Elaine. **Computador e resolução de problemas: uma metodologia diferenciada para o ensino de geometria**. São Paulo. Universidade do Estado de São Paulo. 2004a. Disponível em: <http://www.niee.ufrgs.br/ribie2004/Trabalhos/Comunicacoes/com236-245.pdf>. Acesso em: 20/10/2005.

MORELATTI, Maria Raquel Miotto; SOUZA, Luiz. **As contribuições do computador para enfrentar as dificuldades de aprendizagem de geometria do futuro professor das séries iniciais do ensino fundamental**. São Paulo. Universidade do Estado de São Paulo. 2004b. Disponível em: <http://www.niee.ufrgs.br/ribie2004/Trabalhos/Comunicacoes/com177-186.pdf>. Acesso em: 20/10/2005.

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

PEREIRA, Aécio Alves. **Um ambiente computacional para o ensino-aprendizagem de funções trigonométricas.** (Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção)-UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2002.

PINTO, Maria de Lourdes Moreira. **O uso da informática no ensino fundamental– um estudo de caso em escolas de Belo Horizonte**. Florianópolis, 2001. (Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2001.

PIROLA, Nelson Antonio**. Solução de problemas geométricos: dificuldades e perspectivas** Tese (Doutorado em Educação)-Universidade Estadual de Campinas,-Faculdade de Educação. Campinas, 2000.

POZZO, Juan Ignácio (org.). **A Solução de Problemas. Aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SANTOS, Antônio Raimundo dos. **Metodologia científica: a construção do conhecimento.** 2ª edição. Rio de Janeiro: DP&A. 1999.

SANTOS, Eduardo T. **Novas tecnologias no ensino de desenho e geometria**. Anais do I Encontro Regional do Vale do Paraíba de Profissionais do Ensino da Área de Expressão Gráfica, Lorena, 2000.

SÃO PAULO, Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. 3ª ed. **Proposta curricular para o ensino médio: 2º grau**. São Paulo: SE/CENP,1992.

SILVA, Edna Lúcia; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** Florianópolis: UFSC, 2000.

SILVA, Silvio Alves da. **Trigonometria no triângulo retângulo: construindo uma aprendizagem significativa**.(Mestrado em Educação Matemática). PUC-SP, 2005.

SMITH, D.E. .**History of mathematics**. New York: Dover Publications, INC, v.1, 1958.

STERNBERG, Robert J. **Psicologia cognitiva**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

TAJRA, Sanmya Feitosa. **Informática na educação: novas ferramentas pedagógicas para o professor na atualidade**. 3ª ed. São Paulo: Érica, 2001.

TOFLLER, Alvin. **A terceira onda**. 21ª. ed. Rio de Janeiro: Record, 1995.

TOFFLER, Alvin. **Powershift: As mudanças do poder.** 6ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2003.

VALENTE, José Armando. **Computadores e conhecimento: repensando a educação**. Campinas: Gráfica Central da Unicamp. 1993.

VALENTE, José Armando. **O uso inteligente do computador na educação**. 1998. Disponível em:<http://www.proinfo.gov.br>. Acesso em: 07/10/2005.

VALENTE, José Armando. **Por que o computador na educação?** 1999a. Disponível em:<http://www.proinfo.gov.br>. Acesso em: 07/10/2005.

VALENTE, José Armando; ALMEIDA, Fernando José de. **Visão analítica da informática na educação no Brasil: a questão da formação do professor**. 1999b. Disponível em: <http://www.inf.ufsc.br/sbc-ie/revista/nr1/valente.htm>. Acesso em: 14/08/2005.

VALENTE, J. A. Análise dos diferentes tipos de software usados na educação. *In:*_____. **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 1999c.

VALENTE, J. A. A espiral da aprendizagem e as tecnologias da informação e comunicação: repensando conceitos. *In:* JOLY, M. C. R. A. **A tecnologia no ensino: implicações para a aprendizagem**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002.

Anexos

Anexo 1 – Pesquisa sobre o Uso da Informática

Instrumento para a Avaliação dos Conhecimentos Informáticos

Escola: **Curso:** **Ano:**

1. Ano de nascimento:_____

2. Sexo: (**A**) Masculino (**B**) Feminino

3. Faixa salarial familiar: (**A**) Não trabalha (**B**) 1 até 3 salários
(**C**) 3 até 5 salários
(**D**) mais de 5 salários

4. Onde mora:_____

Assinale a letra que indica a intensidade do que você sabe sobre cada um dos programas abaixo:				
	Programas	**Muito**	**Pouco**	**Nada**
5.	Windows	**A**	**B**	**C**
6.	Word	**A**	**B**	**C**
7.	Excel	**A**	**B**	**C**
8.	Power Point	**A**	**B**	**C**
9.	Internet	**A**	**B**	**C**
10.	ICQ	**A**	**B**	**C**
11.	Messenger	**A**	**B**	**C**
12.	Orkut	**A**	**B**	**C**
13.	E-mail	**A**	**B**	**C**
14.	Delphi	**A**	**B**	**C**
15.	DOS	**A**	**B**	**C**
16.	Photo Shop	**A**	**B**	**C**
17.	Corel Draw	**A**	**B**	**C**
18.	Acrobat Reader	**A**	**B**	**C**

19. Já utilizou *sites* de busca para encontrar trabalhos acadêmicos? (**A**) Não (**B**) Sim

20. Sabe copiar textos e desenhos da Internet e inserir em seus trabalhos? (**A**) Não (**B**) Sim

21. Já comprou alguma coisa pela Internet? (**A**) Não (**B**) Sim

22. Já gravou CDs no computador? (**A**) Não (**B**) Sim

Escreva as características que souber de um micro considerado bom atualmente:		
23.	Velocidade do processador (Mhz)	
24.	Quantidade de Memória RAM (Mb)	
25.	Tamanho do HD (Hard Disk) (Gb)	
26.	Tipo de impressora	
27.	Tamanho do monitor (polegadas)	

28. Possui algum e-mail? (**A**) Não (**B**) Sim

29. Quantos e-mails, em média, você envia por dia? _____

30. Quantos e-mails, em média, você recebe por dia? _____

31. Gosta de usar computadores: (**A**) Não (**B**) Sim

32. Onde usa computadores: (**A**) Casa (**B**) Trabalho (**C**) Escola

33. O que **gosta** de fazer com computadores:_____

34. O que **não gosta** de fazer com computadores:_____

35. Para realizar suas atividades acadêmicas **deste ano**, você usou algum programa de computador?

(**A**) Não (**B**) Sim Quais? _____

36. Seus professores, durante as aulas **deste ano**, usaram algum programa de computador?

(**A**) Não (**B**) Sim Quais? _____

37. Você aprendeu a usar algum programa de computador nas suas aulas **deste ano?**

(**A**) Não (**B**) Sim Quais? _____

38. Seus professores usaram algum recurso tecnológico (vídeo; retro-projetor; etc.)nas suas aulas **deste ano?**

(**A**) Não (**B**) Sim Quais? _____

39. **Este ano** você teve alguma disciplina específica sobre o uso de Informática?

(**A**) Não (**B**) Sim Quais? _____

40. Você já freqüentou algum curso de Informática **fora da sua escola**?

(**A**) Não (**B**) Sim Em que ano? _____

41. Você acha importante o uso de computadores na escola? Para quê?

42. O que você acha que deveria acontecer para que o uso do computador na escola fosse mais produtivo?

43. Você imagina alguma maneira de usar o computador para facilitar trabalhos em grupos?

Anexo 2 – Questões de Trigonometria

Instrumento para a Avaliação dos Conhecimentos Trigonométricos

Aluno: **Curso:** **Ano:**

1. **O que é um triângulo?**

2. **Desenhe três tipos diferentes de triângulos.**

3. **O que é um triângulo retângulo? Explique.**

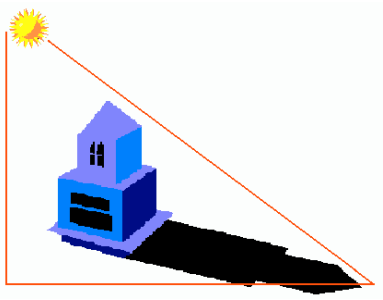
4. **Conhece alguma propriedade ou princípio envolvendo triângulo retângulo? Explique.**

5. **Podem existir triângulos retângulos com dois ângulos retos?**

6. **Você já estudou algumas razões trigonométricas no triângulo retângulo (seno, cosseno, tangente)? Caso afirmativo, o que você sabe sobre elas?**

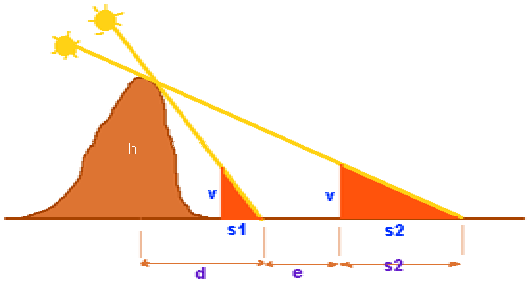
7. **Elabore alguma situação problema que pode ser resolvida com auxílio dessas razões trigonométricas.**

8. **Como medir a altura do prédio abaixo?**



9. **Como você poderia medir a distância entre a Terra e a Lua?**

10. **Como você poderia determinar da altura h de uma montanha, usando duas sombras de uma vareta de comprimento v.?**

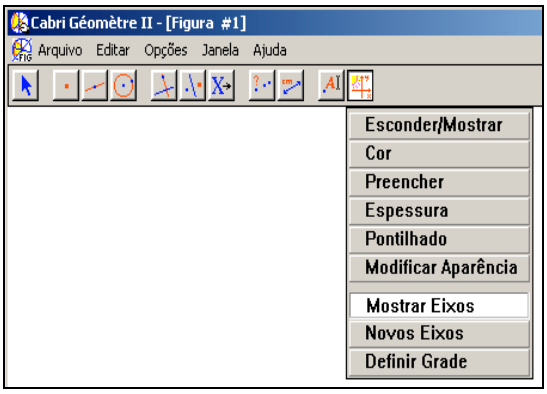


Anexo 3 – Roteiro de Atividades 1

Atividade Pré-Programada para a Construção do Ciclo Trigonométrico.

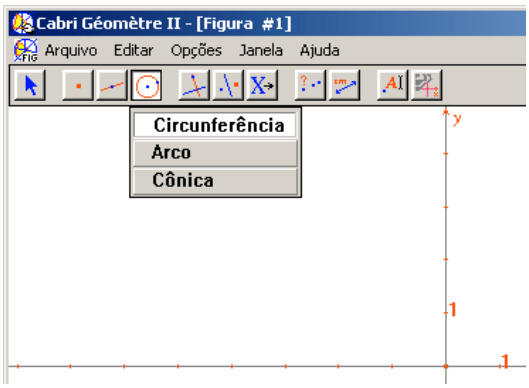
Nome:

1. Selecione o botão com as opções Mostrar Eixos:

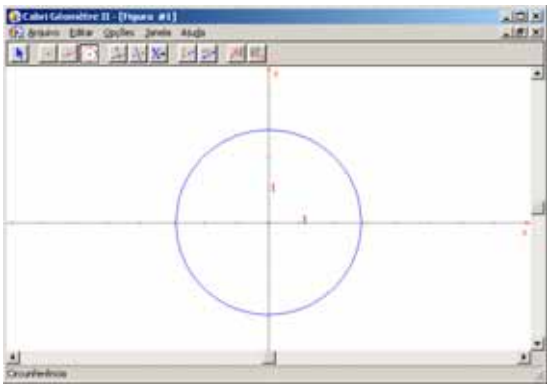


2. A área de trabalho da Cabri deverá ficar parecida com a figura abaixo:

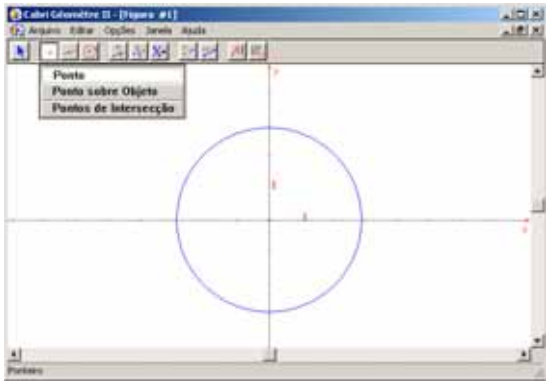
3. Selecione a ferramenta circunferência:



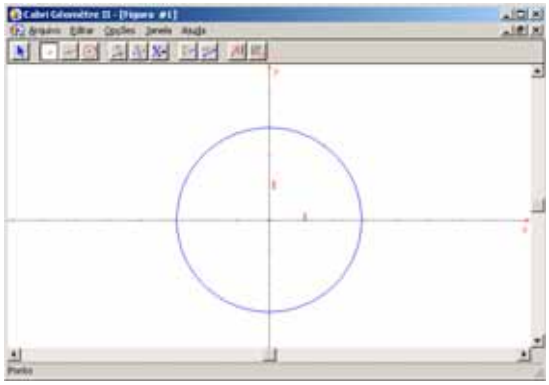
4. Desenhe uma circunferência com centro na origem dos eixos e um raio qualquer.



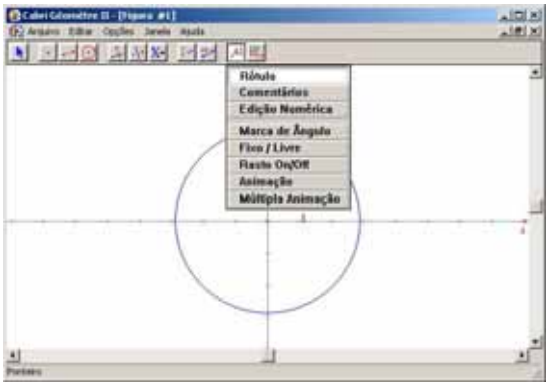
5. Selecione a ferramenta ponto.



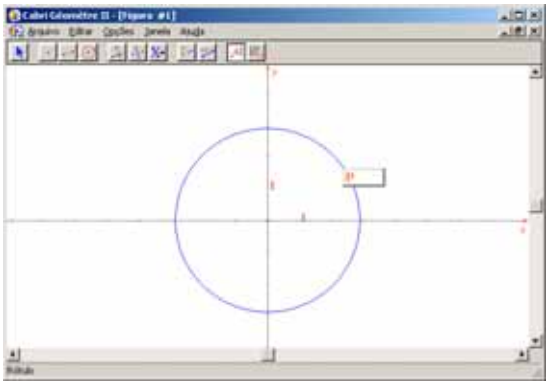
6. Marque um ponto sobre a circunferência.



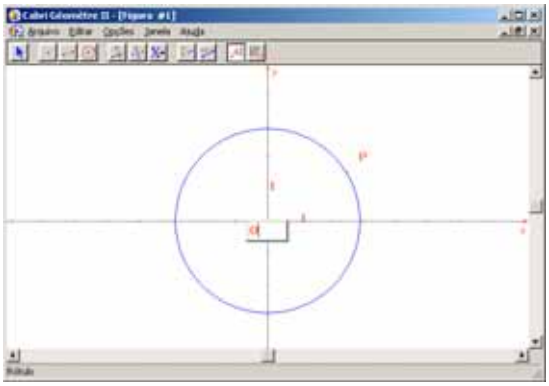
7. Selecione a opção Rótulo.



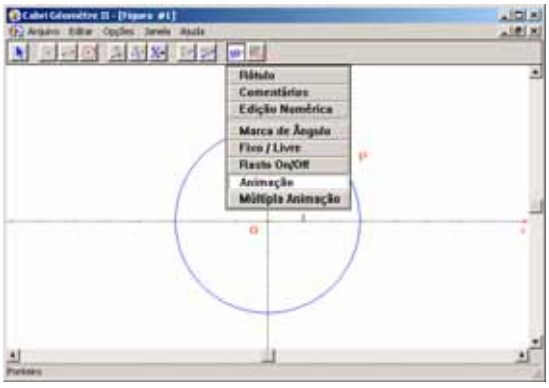
8. Rotule o ponto sobre a circunferência com o nome P. Para isso acontecer, você deve levar o mouse até em cima do ponto e selecioná-lo.



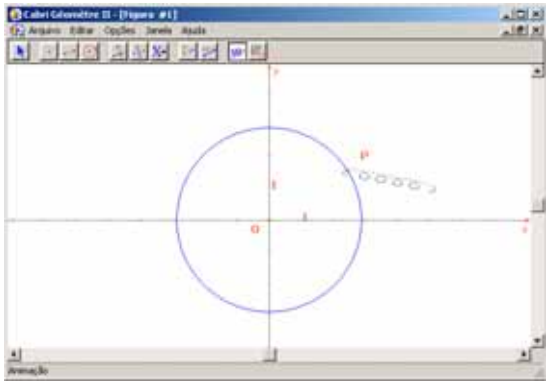
9. Rotule o centro da circunferência como O.



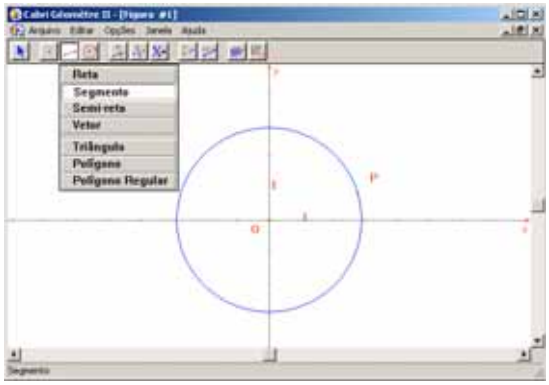
10. Selecione a opção animação.



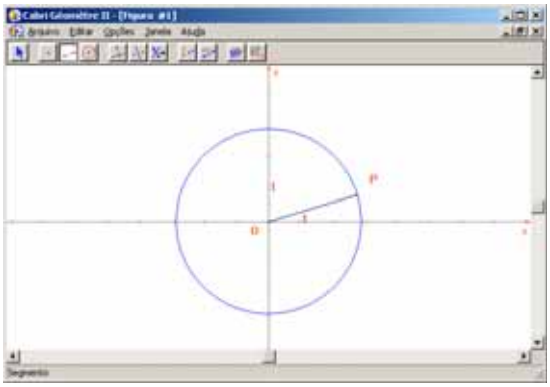
11. Faça com que o ponto sobre a circunferência movimente-se no sentido anti-horário.



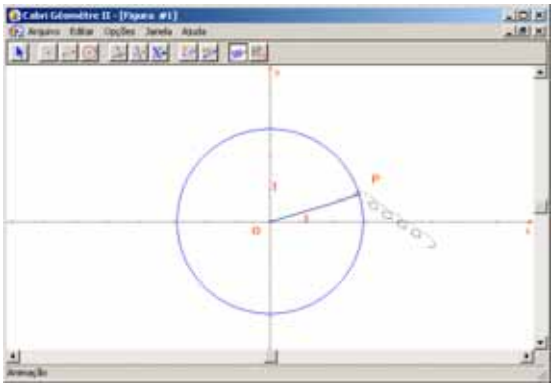
12. Selecione a ferramenta segmento.



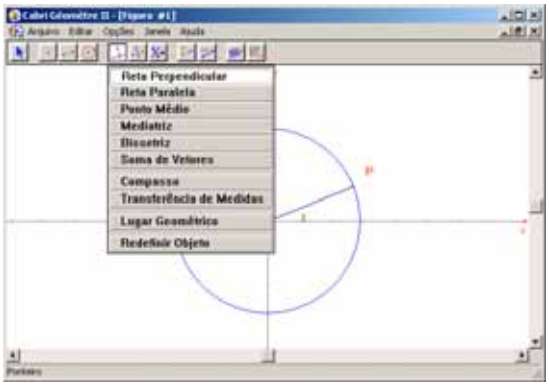
13. Trace um segmento entre o ponto P sobre a circunferência e o centro O da circunferência.



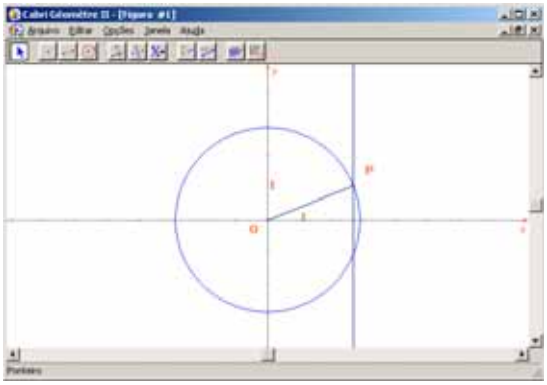
14. Faça o ponto P movimentar-se novamente.



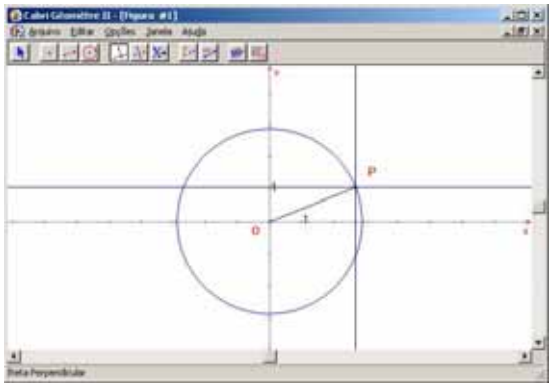
15. Selecione a opção reta perpendicular.



16. Trace uma reta Perpendicular ao eixo x, passando pelo pinto P.

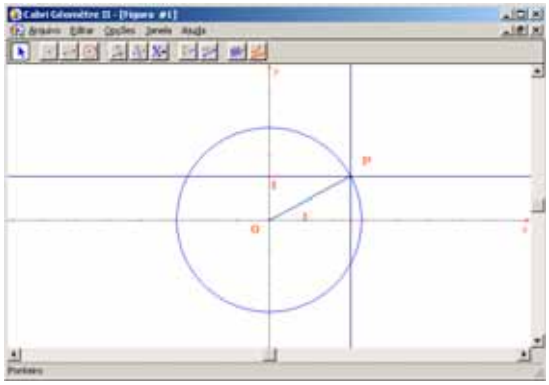


17. Trace uma reta perpendicular ao eixo y, passando pelo ponto P.

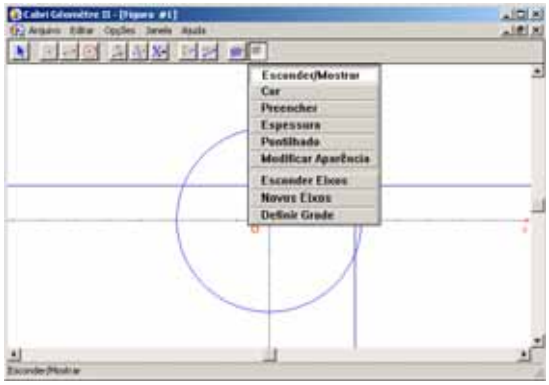


18. Selecione a opção Segmento e marque dois pontos:

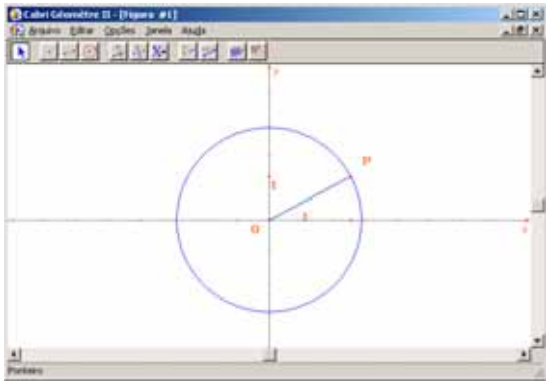
- primeiro ponto na intersecção da reta perpendicular com o eixo x.
- segundo ponto na intersecção da reta perpendicular com o eixo y.



19. Selecione a ferramenta Esconder/Mostrar.

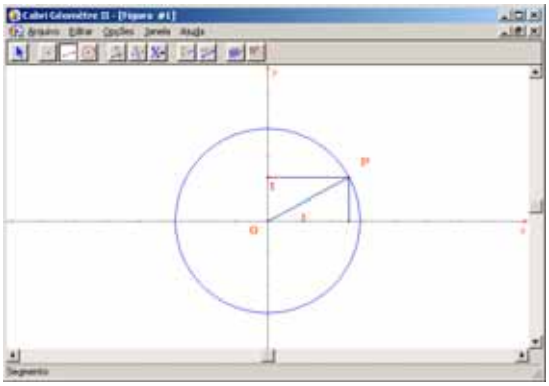


20. Esconda as retas perpendiculares que foram traçadas. Para isso, basta clicar com o mouse sobre elas.

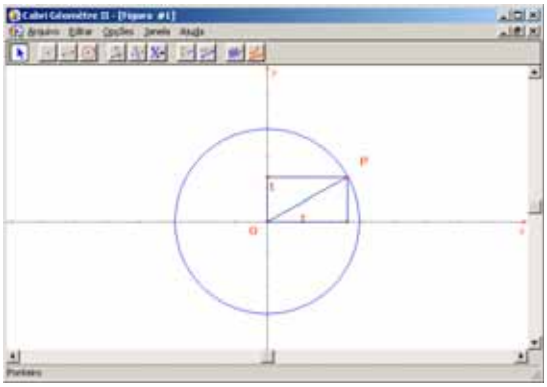


21. Selecione a opção Segmento e trace dois segmentos:

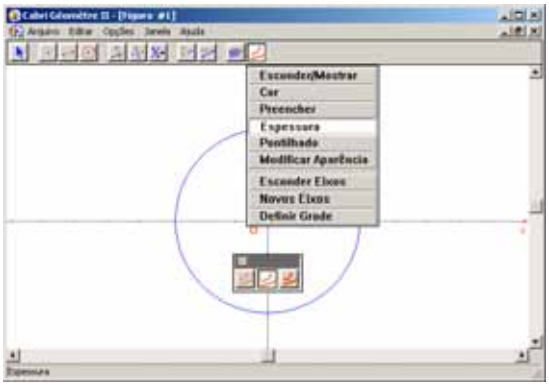
- O primeiro entre o ponto P e a intersecção da reta perpendicular com o eixo x.
- O segundo entre o ponto P e a intersecção da reta perpendicular com o eixo y.



22. Selecione a opção Segmento e trace os segmentos entre o ponto O e o ponto de intersecção com o eixo x e o segmento entre o ponto O e o ponto de intersecção com o eixo y.

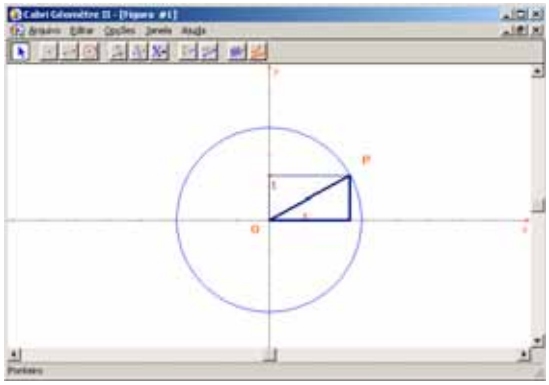


23. Selecione a ferramenta Espessura. Nesta ferramenta selecione a espessura média.

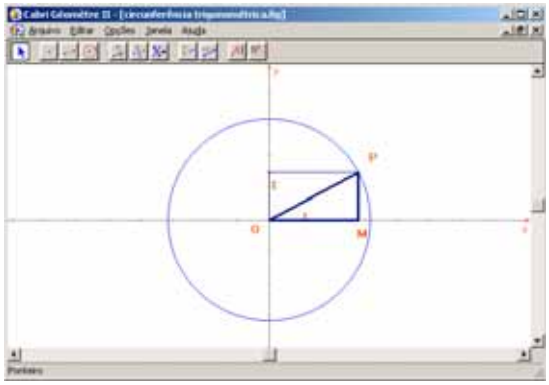


24. Altere a espessura dos seguintes segmentos:

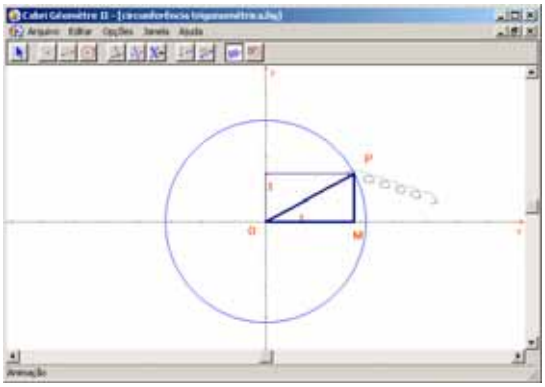
- Segmento OP;
- Segmento entre O e a intersecção com o eixo x;
- Segmento entre O e a intersecção com o eixo y.



25. Rotule o ponto da intersecção da paralela com o eixo x como M.



26. Faça o ponto P movimentar-se novamente.



27. Salve seu trabalho com o nome circunferência trigonometria.

Anexo 4 – Roteiro de Atividades 2

Questões referentes ao Ciclo Trigonométrico.

Aluno:

Perguntas:

1. Você nota alguma característica especial no triângulo OPM?

2. Como pode ser chamado o lado OP?

3. Como pode ser chamado o lado OM?

4. Como pode ser chamado o lado PM?

5. Usando a ferramenta Distância e Comprimento do Cabri, calcule o tamanho de cada um dos lados do triângulo OPM e complete a tabela abaixo.

Medida de OP	Medida de PM	Medida de OM	PM / OM

6. Usando o Cabri, altere o raio da circunferência três vezes. Para cada uma delas, complete a tabela abaixo:

Alteração	Medida de OP	Medida de PM	Medida de OM	PM / OM
1ª alteração				
2ª alteração				
3ª alteração				

7. Você percebe alguma propriedade?

8. Qual o nome que é dado para a razão PM/OM?

9. Você consegue imaginar alguma aplicação prática para essa propriedade?

10. Se o Segmento OP for correspondente à altura da sala do laboratório de informática e o segmento OM for correspondente à distância entre a porta de entrada e o fundo da sala, você conseguiria calcular esta altura sem ter que subir em algum lugar para medi-la diretamente? Como você faria?

11. Como você faria para medir a largura de um rio, desde uma margem até a outra, sem que fosse possível atravessá-lo? Faça um desenho nesta folha, explicando e depois tente reproduzi-lo no Cabri.

12. Na sua opinião, o Cabri ajuda a entender e a resolver esse tipo de problema? Por quê?

Anexo 5 – Roteiro de Atividades 3

Opinião dos sujeitos sobre o uso do Cabri Géomètre II.

Aluno:

---

1. **Na sua opinião, é melhor ou pior resolver exercícios de Trigonometria podendo usar o micro e o Cabri? Explique sua resposta.**

2. **Qual atividade você MAIS gostou de realizar no Cabri?**

3. **Qual atividade você MENOS gostou de realizar no Cabri?**

4. **Na sua opinião, você conseguiu entender melhor os conceitos de Trigonometria depois de usar o Cabri? Explique sua resposta.**

5. **Quando o micro é usado em uma aula, os alunos podem acabar se distraindo com outras atividades que o micro permite realizar, como joguinhos, ouvir música ou outros softwares. Você acha que o uso do micro nas aulas ajuda ou atrapalha? Explique sua resposta.**

Anexo 6 – Pesquisa sobre o Uso da Informática

Tabulação das Respostas Obtidas.

Pesquisa Informática - Agudos 2005	**2ºA**	**2°B**	**2ºC**	**2ºD**	**2ºE**	**TOTAL**
Número de Questionários	**29**	**31**	**12**	**30**	**25**	**127**
1-Ano de nascimento						
A-1985	0	0	2	0	0	**2**
B-1986	0	1	1	0	0	**2**
C-1987	0	0	2	2	2	**6**
D-1988	11	6	2	4	11	**34**
E-1989	17	22	4	23	11	**77**
F-1990	0	1	0	1	1	**3**
G-Não respondeu	1	1	1	0	0	**3**
	29	31	12	30	25	127
2- Sexo						
A-masculino	17	10	8	14	11	**60**
B-feminino	12	21	4	16	14	**67**
	29	31	12	30	25	127
3-Faixa salarial						
A-não respondeu	2	3	3	0	4	**12**
B-1 até 3 salários	10	4	5	9	15	**43**
C-3 ate 5 salários	14	9	1	11	6	**41**
D-mais de 5 salários	3	15	3	10	0	**31**
	29	31	12	30	25	127
4-Onde mora						
A-resposta escrita						**0**
5-Windows						
A-muito	9	19	0	12	4	**44**
B-pouco	19	10	8	9	14	**60**
C-nada	1	2	4	8	7	**22**
	29	31	12	29	25	126
6-Word						
A-muito	13	20	1	13	7	**54**
B-pouco	15	8	6	6	12	**47**
C-nada	1	3	5	10	6	**25**
	29	31	12	29	25	126
7-Excel						
A-muito	5	9	0	10	5	**29**
B-pouco	20	17	7	9	9	**62**
C-nada	4	5	5	11	11	**36**
	29	31	12	30	25	127
8-Power point						
A-muito	11	17	0	12	7	**47**
B-pouco	16	10	6	7	11	**50**
C-nada	2	4	6	10	7	**29**
	29	31	12	29	25	126

9-Internet

A-muito	17	17	1	17	6	**58**
B-pouco	8	10	8	8	12	**46**
C-nada	4	4	3	5	7	**23**
	29	31	12	30	25	127

10-Icq

A-muito	4	9	0	8	0	**21**
B-pouco	9	9	3	8	2	**31**
C-nada	16	13	9	14	23	**75**
	29	31	12	30	25	127

11-Messenger

A-muito	11	15	1	14	0	**41**
B-pouco	6	5	3	1	3	**18**
C-nada	12	11	8	15	22	**68**
	29	31	12	30	25	127

12-Orkut

A-muito	7	14	0	10	1	**32**
B-pouco	10	7	4	6	4	**31**
C-nada	11	10	7	14	20	**62**
	28	31	11	30	25	125

13-E-mail

A-muito	15	17	1	14	3	**50**
B-pouco	8	5	5	6	10	**34**
C-nada	6	9	5	10	12	**42**
	29	31	11	30	25	126

14-Delphi

A-muito	0	1	0	2	0	**3**
B-pouco	9	7	2	5	2	**25**
C-nada	20	23	10	21	23	**97**
	29	31	12	28	25	125

15-DOS

A-muito	3	3	0	4	4	**14**
B-pouco	10	4	5	7	1	**27**
C-nada	16	24	7	20	19	**86**
	29	31	12	31	24	127

16-Photo shop

A-muito	5	4	0	10	2	**21**
B-pouco	8	8	4	5	6	**31**
C-nada	16	19	8	15	17	**75**
	29	31	12	30	25	127

17-Corel draw

A-muito	2	3	1	5	1	**12**
B-pouco	6	7	4	8	3	**28**
C-nada	21	21	7	17	21	**87**
	29	31	12	30	25	127

18-Acrobat reader

A-muito	3	1	1	1	0	**6**
B-pouco	2	4	3	9	2	**20**
C-nada	24	26	8	20	23	**101**
	29	31	12	30	25	127

19- Já utilizou *sites* de busca

A-não	8	7	9	9	13	**46**
B-sim	21	24	3	20	12	**80**
	29	31	12	29	25	126

20-Sabe copiar desenhos e internet

A-não	6	5	9	9	11	**40**
B-sim	23	25	3	20	14	**85**
	29	30	12	29	25	125

21- Já comprou pela internet

A-não	25	29	11	24	23	**112**
B-sim	4	2	1	4	2	**13**
	29	31	12	28	25	125

22-Já gravou cds

A-não	15	11	9	11	18	**64**
B-sim	14	20	3	18	7	**62**
	29	31	12	29	25	126

23-Velocidade do processador

A-resposta escrita						**0**

24- Quantidade de memória ram

A-resposta escrita						**0**

25-Tamanho do hd

A-resposta escrita						**0**

26-Tipo de impressora

A-resposta escrita						**0**

27-Tamanho do monitor

A-resposta escrita						**0**

28-Possui algum e-mail

A-não	13	12	11	15	15	**66**
B-sim	16	19	1	15	10	**61**
	29	31	12	30	25	127

29-Quantos e-mails envia por dia

A-resposta escrita						**0**

30-Quantos e-mails recebe por dia

A-resposta escrita						**0**

31-Gosta de usar computadores

A-não	2	0	3	5	2	**12**
B-sim	27	31	8	24	23	**113**
	29	31	11	29	25	125

32-Onde usa computadores

A-casa	19	19	4	16	9	**67**
B-trabalho	2	5	0	5	0	**12**
C-escola	6	14	5	5	9	**39**
D-Não respondeu	4	2	3	10	18	**37**
	31	40	12	36	36	155

33-O que gosta de fazer com computadores

A-resposta escrita						**0**

34-O que não gosta de fazer com computadores

A-resposta escrita						**0**

35-Usou computador em atividades acadêmicas este ano

A-não	17	10	10	15	16	**68**
B-sim	12	21	2	15	9	**59**
C-resposta escrita						**0**
	29	31	12	30	25	127

36-Professores deste ano usaram programas

A-não	29	30	11	21	23	**114**
B-sim	0	1	1	7	2	**11**
C-resposta escrita						**0**
	29	31	12	28	25	125

37-Aprendeu a usar algum programa este ano

A-não	28	30	12	28	23	**121**
B-sim	1	1	0	2	2	**6**
C-resposta escrita						**0**
	29	31	12	30	25	127

38-Professores usaram recursos tecnológicos este ano

A-não	7	8	3	12	9	**39**
B-sim	22	24	9	18	15	**88**
C-resposta escrita						**0**
	29	32	12	30	24	127

39-Este ano cursou disciplina específica sobre informática

A-não	29	31	12	28	23	**123**
B-sim	0	0	0	2	2	**4**
C-resposta escrita						**0**
	29	31	12	30	25	127

40-Cursou informática fora da escola

A-não	12	13	8	7	14	**54**
B-sim	17	18	4	23	11	**73**
C-resposta escrita						**0**
	29	31	12	30	25	127

41-Acha importante o uso de computadores na escola

C-resposta escrita						**0**

42-Ações para uso do computador na escola melhorar

C-resposta escrita						**0**

43-Como usar o computador para trabalhos em grupo

C-resposta escrita						**0**

Anexo 7 – Questões de Trigonometria

Tabulação dos Resultados Obtidos.

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Média
Aluno 1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	**5,0**
Aluno 2	0	1	1	0	1						**3,0**
Aluno 3	0	1	0	0,5	1	1	0,5	0	0	0	**4,0**
Aluno 4	0	1				1					**2,0**
Aluno 5	0	0			0	0					**0,0**
Aluno 6		0,5	1								**1,5**
Aluno 7		1	1			1		0			**3,0**
Aluno 8	0	1	0,5	0		1	1	0,5	0	0	**4,0**
Aluno 9	0	1	1			1	1	0	0		**4,0**
Aluno 10	0	1	1	0	1	0	0,5	0	0	0	**3,5**
Aluno 11	1	1	1	1	1	0	0,5	0		0	**5,5**
Aluno 12	0,5	1	0,5	0	1	0					**3,0**
Aluno 13	0	1	0	0	0		1				**2,0**
Aluno 14	0	1	0,5	0	0		0				**1,5**
Aluno 15	0,5	1	0		0	0	0	0		0	**1,5**
Aluno 16	0,5	1	0	0							**1,5**
Aluno 17	0	1	1			1					**3,0**
Aluno 18	0	1									**1,0**
Aluno 19	0	1	0						0		**1,0**
Aluno 20	0,5	1	0	0	0		0				**1,5**
Aluno 21	0	1	0		1						**2,0**
Aluno 22	0	1									**1,0**
Aluno 23	0	1	0	0	0	0	0,5	0		0	**1,5**
Aluno 24	0	1	0		1	0	0,5	0	0	0	**2,5**
Aluno 25	0,5	1	0	0	1	0	0,5	0			**3,0**
Aluno 26	0	0		0	0	0	0	0	0		**0,0**
Aluno 27	0	1		0	1						**2,0**
Aluno 28	0	1	0	0	0		0	0			**1,0**
Aluno 29	0	1	0	0	1			0			**2,0**
Aluno 30	0,5	1		0	1						**2,5**
Aluno 31	0	1	1	1	1	1					**5,0**
Aluno 32	1	1	0,5	0,5	0	1	0,5	0		0	**4,5**
Aluno 33		1	1	0,5	1	0					**3,5**
Aluno 34	1	1			1						**3,0**

Aluno 35		1	1	0,5	1						**3,5**
Aluno 36	1	1			1						**3,0**
Aluno 37	1	1	1	1	1			0			**5,0**
Aluno 38	0	0,5	1		0	0				0	**1,5**
Aluno 39	0,5	1	1								**2,5**
Aluno 40	0,5	1	1	0,5	1						**4,0**
Aluno 41	1	1	1	1	1			0,5			**5,5**
Aluno 42	1	1	1	0,5	0,5			0,5			**4,5**
Aluno 43	0	1								0	**1,0**
Aluno 44	0,5	1			1						**2,5**
Aluno 45	0	1									**1,0**
Aluno 46	1	1	1	1	1	1	0,5				**6,5**
Aluno 47	1	1		0							**2,0**
Aluno 48	0	1	0,5								**1,5**
Aluno 49	0,5		0		0,5						**1,0**
Aluno 50	0	1			1		0,5				**2,5**
Aluno 51	0	1	0,5								**1,5**
Aluno 52	0	1	1			1					**3,0**
Aluno 53	0	1	0		1						**2,0**
Aluno 54	0	1	1			1					**3,0**
Aluno 55	0	1			1						**2,0**
Aluno 56	0	1			1						**2,0**
Aluno 57	0	1	0		1						**2,0**
Aluno 58	0	1		0,5	0						**1,5**
Aluno 59	0	1	0	0,5	0,5						**2,0**
Aluno 60	0	1	0	0,5							**1,5**
Aluno 61	0,5	1	0	0,5	0		0	0	0	0	**2,0**
Aluno 62	0,5	1	0	0	1			0			**2,5**
Aluno 63	0	1	0,5		0	0		0	0		**1,5**
Aluno 64	0	1	0,5		0	0		0	0		**1,5**
Aluno 65	0	1	0		0	0			0		**1,0**
Aluno 66	0,5	1	0,5	0,5	0	0	0,5	0	0	0	**3,0**
Aluno 67	0	1	0				0				**1,0**
Aluno 68	0	1	0		0						**1,0**
Aluno 69	0	0,5	0								**0,5**
Aluno 70	0,5	1	0	0	0						**1,5**
Aluno 71	0,5	1									**1,5**
Aluno 72	0,5	1	0				0,5				**2,0**
Aluno 73	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	**5,0**

Aluno 74	0	1	1		0						**2,0**
Aluno 75	0	1	1		0	0		0			**2,0**
Aluno 76	0,5	1	0	0,5	1	1					**4,0**
Aluno 77	0,5	1	1	0,5	1	1					**5,0**
Aluno 78	1	1	1	0,5	1	0,5	1	0,5			**6,5**
Aluno 79	0	1	1	0,5	0			0,5			**3,0**
Aluno 80	0	1	1		0	0		0			**2,0**
Aluno 81	0	1	0	0	0	0	0				**1,0**
Aluno 82	0	1	0		0	0	1	0	0		**2,0**
Aluno 83	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	**4,0**
Aluno 84	0	1	0	0,5	1	0,5	0	0			**3,0**
Aluno 85	0	1	1		0						**2,0**
Aluno 86	0	1	0		0	0					**1,0**
Aluno 87					0						**0,0**
Aluno 88	0	1	0		0						**1,0**
Aluno 89	0	1	0		1						**2,0**
Aluno 90	0	1	0		1						**2,0**
Aluno 91	0	1	1								**2,0**
Aluno 92	0	1	0		1						**2,0**
Aluno 93	0	0			0						**0,0**
Aluno 94	0	1	1	0	1		0	0			**3,0**
Aluno 95	0	1	0	0	0						**1,0**
Aluno 96	0	1	1	0							**2,0**
Aluno 97	0	1	1		1						**3,0**
Aluno 98	0	1	0		0						**1,0**
Aluno 99	0	1	0	0,5	1			0	0		**2,5**
Aluno 100	0	1						0	0		**1,0**
Aluno 101	0	1									**1,0**
Aluno 102	0	1	1	1	1						**4,0**
Aluno 103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0,0**
Aluno 104	0	1	0	0	1	0	0	0		0	**2,0**
Aluno 105	1	0,5	0	0	0	0		0			**1,5**
Aluno 106	0	1		0	1	1	1	0			**4,0**
Aluno 107	0	1	0		0	0					**1,0**
Aluno 108	0	1	0		0	0					**1,0**
Aluno 109	0	1	0	0	1	0,5	0			0	**2,5**
Aluno 110	0	1	0		0	0					**1,0**
Aluno 111	0	1	0		0	0			0		**1,0**
Aluno 112	0,5	0,5	0	0	0	0			0		**1,0**

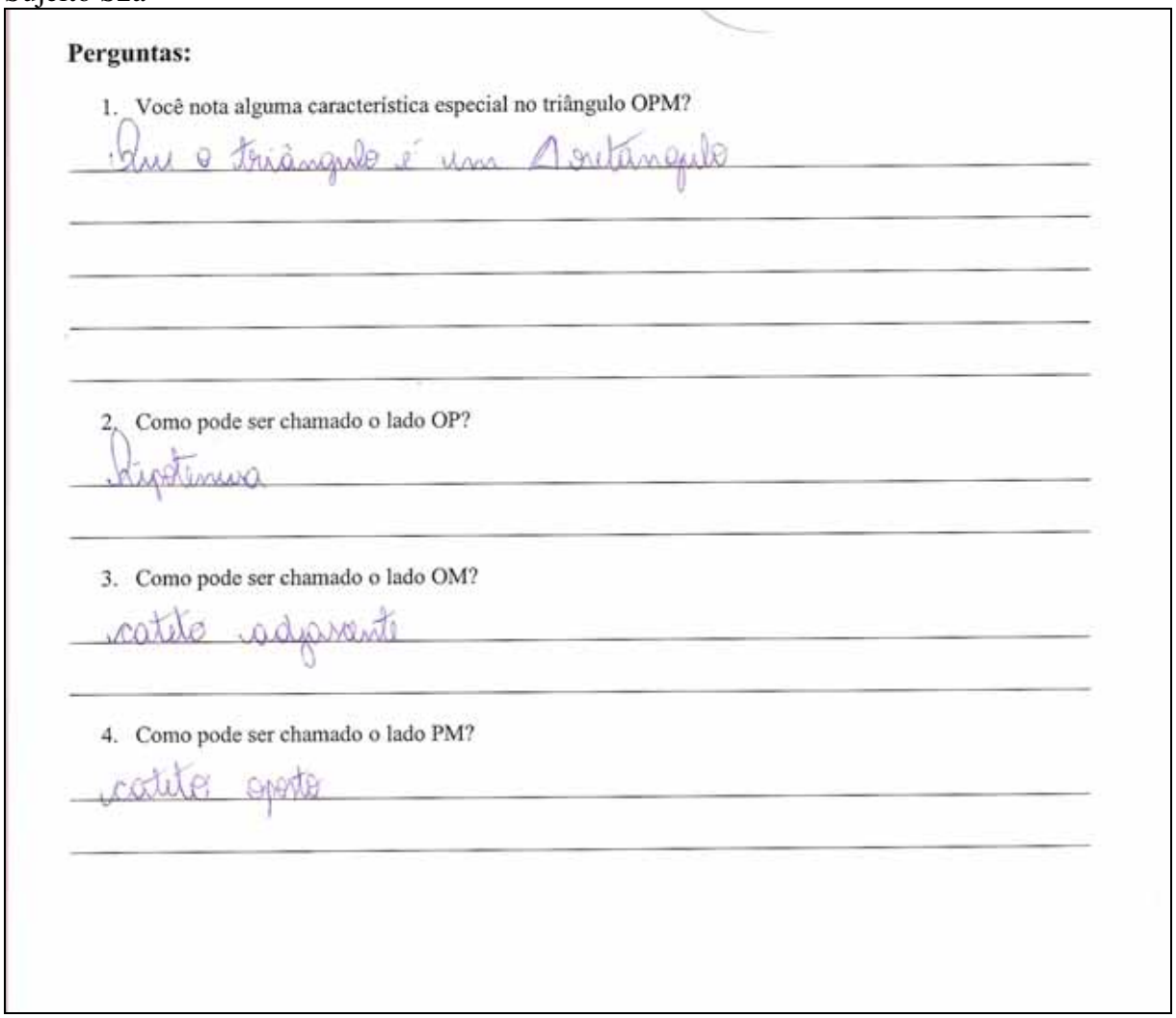
Aluno 113		1	1	0,5	0						**2,5**
Aluno 114	0	1	0		0						**1,0**
Aluno 115	0	1	0	0	0				0		**1,0**
Aluno 116	0	1	0			0					**1,0**
Aluno 117	0	1	0	0	0						**1,0**
Aluno 118	0,5	1	0								**1,5**
Aluno 119	0,5	1	0		0		0	0			**1,5**
Aluno 120	0,5	1	0,5		0						**2,0**
Aluno 121	1	1	1		0	0					**3,0**
Aluno 122	1	1	1	1	1	0					**5,0**
Aluno 123	1	1									**2,0**
Aluno 124	1	1	1		0						**3,0**
Aluno 125	0	1									**1,0**
Aluno 126	0	1	1		1						**3,0**
Aluno 127	0,5	1	0		1		0,5	0			**3,0**

2º A	0,13	0,91	0,41	0,15	0,58	0,38	0,47	0,04	0,00	0,00	2,29
2º B	0,36	0,98	0,68	0,57	0,80	0,71	0,50	0,25	0,00	0,00	2,79
2º C	0,25	0,96	0,14	0,25	0,13	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	1,58
2º D	0,07	0,97	0,54	0,38	0,50	0,36	0,43	0,09	0,00	0,00	2,33
2º E	0,31	0,92	0,25	0,15	0,29	0,12	0,25	0,00	0,00	0,00	1,86
Média	0,22	0,95	0,43	0,31	0,51	0,32	0,40	0,06	0,00	0,00	2,27

Acertaram	15	116	39	9	47	15	8	0	0	0
Meio certo	23	5	10	18	3	3	12	5	0	0
Erraram	83	4	53	31	46	33	15	35	22	18
Não responderam	6	2	25	69	31	76	92	87	105	109
Totais	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127

Anexo 8 – Respostas na ETAPA 2

Sujeito S2a



Perguntas:

1. Você nota alguma característica especial no triângulo OPM?

Que o triângulo é um retângulo

2. Como pode ser chamado o lado OP?

hipotenusa

3. Como pode ser chamado o lado OM?

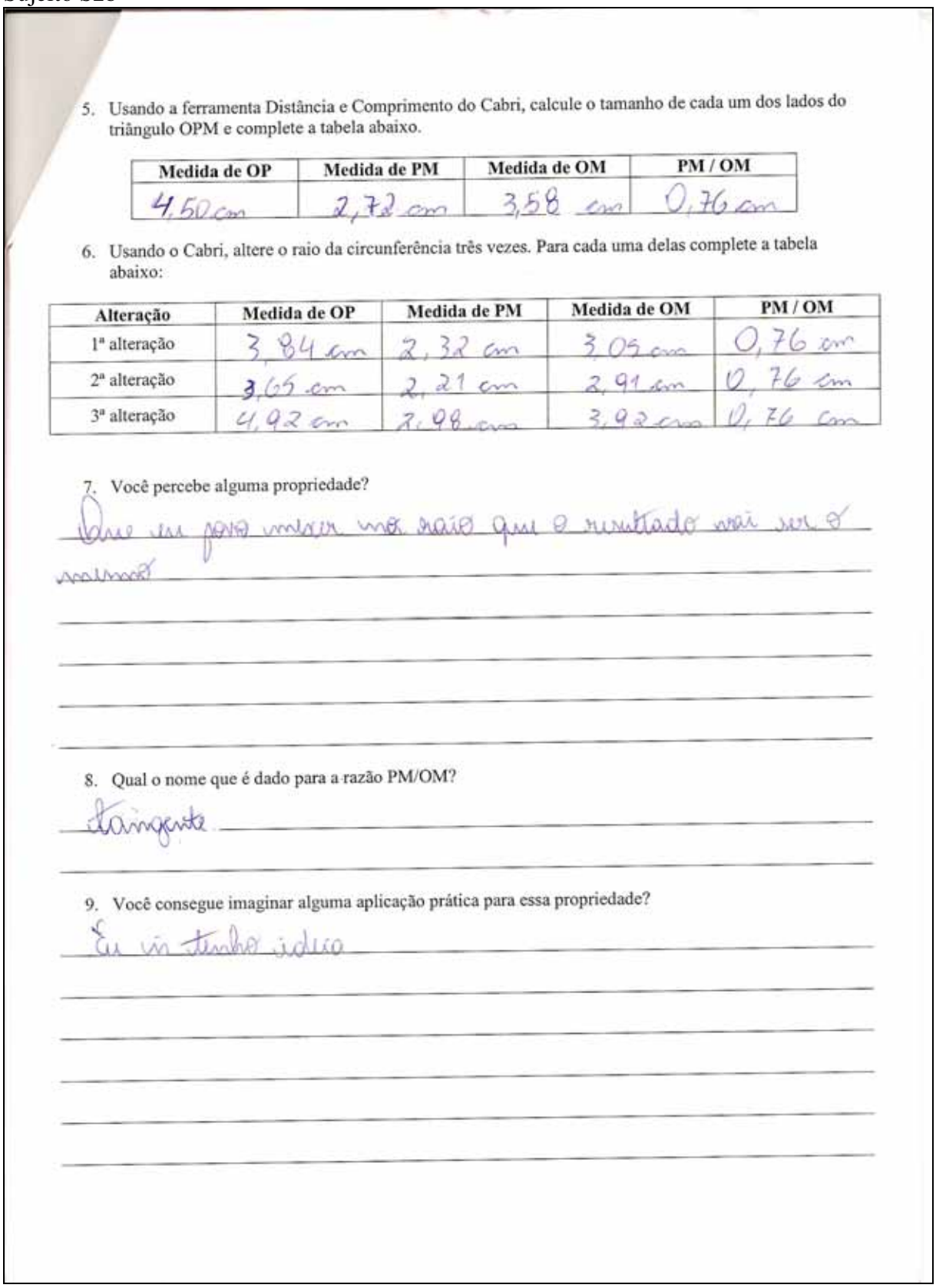
cateto adjacente

4. Como pode ser chamado o lado PM?

cateto oposto

Figura 57: Respostas do Sujeito S2 na ETAPA 2 – folha 1.

Sujeito S2b



5. Usando a ferramenta Distância e Comprimento do Cabri, calcule o tamanho de cada um dos lados do triângulo OPM e complete a tabela abaixo.

Medida de OP	Medida de PM	Medida de OM	PM / OM
4,50 cm	2,72 cm	3,58 cm	0,76 cm

6. Usando o Cabri, altere o raio da circunferência três vezes. Para cada uma delas complete a tabela abaixo:

Alteração	Medida de OP	Medida de PM	Medida de OM	PM / OM
1ª alteração	3,84 cm	2,32 cm	3,05 cm	0,76 cm
2ª alteração	3,65 cm	2,21 cm	2,91 cm	0,76 cm
3ª alteração	4,92 cm	2,98 cm	3,92 cm	0,76 cm

7. Você percebe alguma propriedade?

Que isso para maior ou raio que o resultado vai ser o mesmo

8. Qual o nome que é dado para a razão PM/OM?

Razão

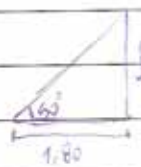
9. Você consegue imaginar alguma aplicação prática para essa propriedade?

Eu vi tenho ideia

Figura 58: Respostas do Sujeito S2 na ETAPA 2 - folha2.

Sujeito S2c

10. Se o Segmento OP for correspondente à altura da sala do laboratório de informática e o segmento OM for correspondente à distância entre a porta de entrada e o funda da sala, você conseguiria calcular esta altura sem ter que subir em algum lugar para medi-la diretamente? Como você faria?



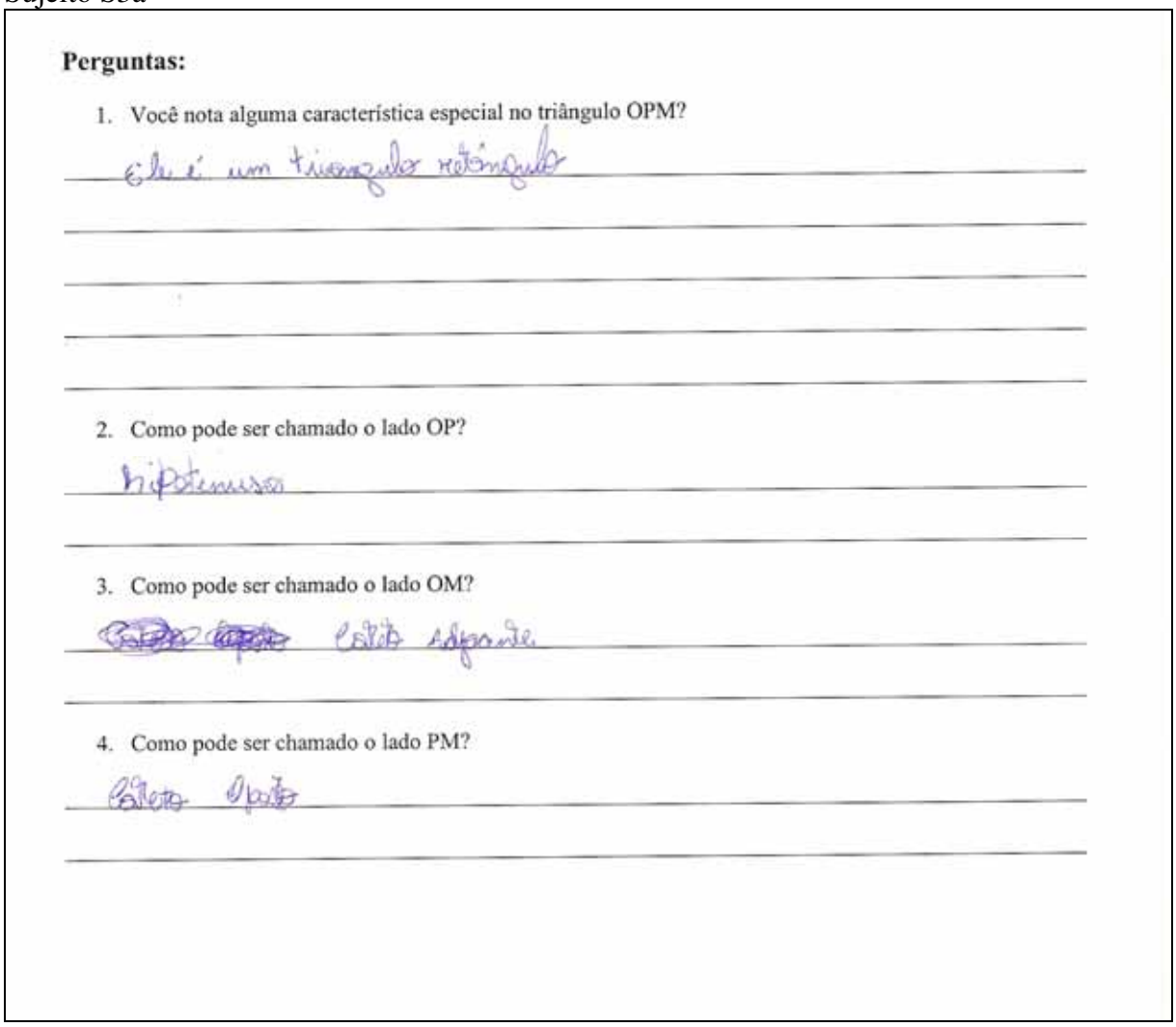
11. Como você faria para medir a largura de um rio, desde uma margem até a outra, sem que fosse possivel atravessa-lo? Faça um desenho nesta folha explicando e depois tente reproduzi-lo no Cabri.

12. Na sua opinião, o Cabri ajuda a entender e a resolver esse tipo de problema? Por que?

O cabri ajuda sim porque você pode usar as ferramentas e fica mais fácil

Figura 59: Respostas do Sujeito S2 na ETAPA 2 – folha 3.

Sujeito S3a



Perguntas:

1. Você nota alguma característica especial no triângulo OPM?

Ele é um triangulo retângulo

2. Como pode ser chamado o lado OP?

hipotenusa

3. Como pode ser chamado o lado OM?

cateto adjacente

4. Como pode ser chamado o lado PM?

cateto oposto

Figura 60: Respostas do Sujeito S3 na ETAPA 2 - folha 1.

Sujeito S3b

5. Usando a ferramenta Distância e Comprimento do Cabri, calcule o tamanho de cada um dos lados do triângulo OPM e complete a tabela abaixo.

Medida de OP	Medida de PM	Medida de OM	PM / OM
3 cm	1,78 cm	2,42 cm	0,74 cm

6. Usando o Cabri, altere o raio da circunferência três vezes. Para cada uma delas complete a tabela abaixo:

Alteração	Medida de OP	Medida de PM	Medida de OM	PM / OM
1ª alteração	4,74 cm	2,81 cm	3,82 cm	0,74 cm
2ª alteração	3,77 cm	2,23 cm	3,03 cm	0,74 cm
3ª alteração	4,12 cm	2,44 cm	3,32 cm	0,74 cm

7. Você percebe alguma propriedade?

Por mais que se aumente as medidas o resultado de um lado dividido pelo outro sempre dará o mesmo, pois seu ângulo se mantém com o mesmo valor de graus

8. Qual o nome que é dado para a razão PM/OM?

Cateto oposto dividido pelo cateto adjacente / tangente

9. Você consegue imaginar alguma aplicação prática para essa propriedade?

Para pular o muro é necessário o cálculo da altura dele através de uma imaginação do triângulo para pular sem bater deveria sua altura e pegar uma vara de altura reflexiva

Figura 61: Respostas do Sujeito S3 na ETAPA 2 - folha 2.

Sujeito S3c

10. Se o Segmento OP for correspondente à altura da sala do laboratório de informática e o segmento OM for correspondente à distância entre a porta de entrada e o funda da sala, você conseguiria calcular esta altura sem ter que subir em algum lugar para medi-la diretamente? Como você faria?

Sim

Om - 6,90 m

$\frac{x}{690} = 0,58$

$x = 0,58 \times 690$

$x = 400$

$x = 4$ metros

11. Como você faria para medir a largura de um rio, desde uma margem até a outra, sem que fosse possível atravessa-lo? Faça um desenho nesta folha explicando e depois tente reproduzi-lo no Cabri.

6,90 m

400

$\frac{x}{6,90} = tg(0,58)$

$\frac{x}{0m} = 0,74$

$\frac{x}{4,84} = 0,69$ tg = 0,69

$x = 0,69 \cdot 4,84$

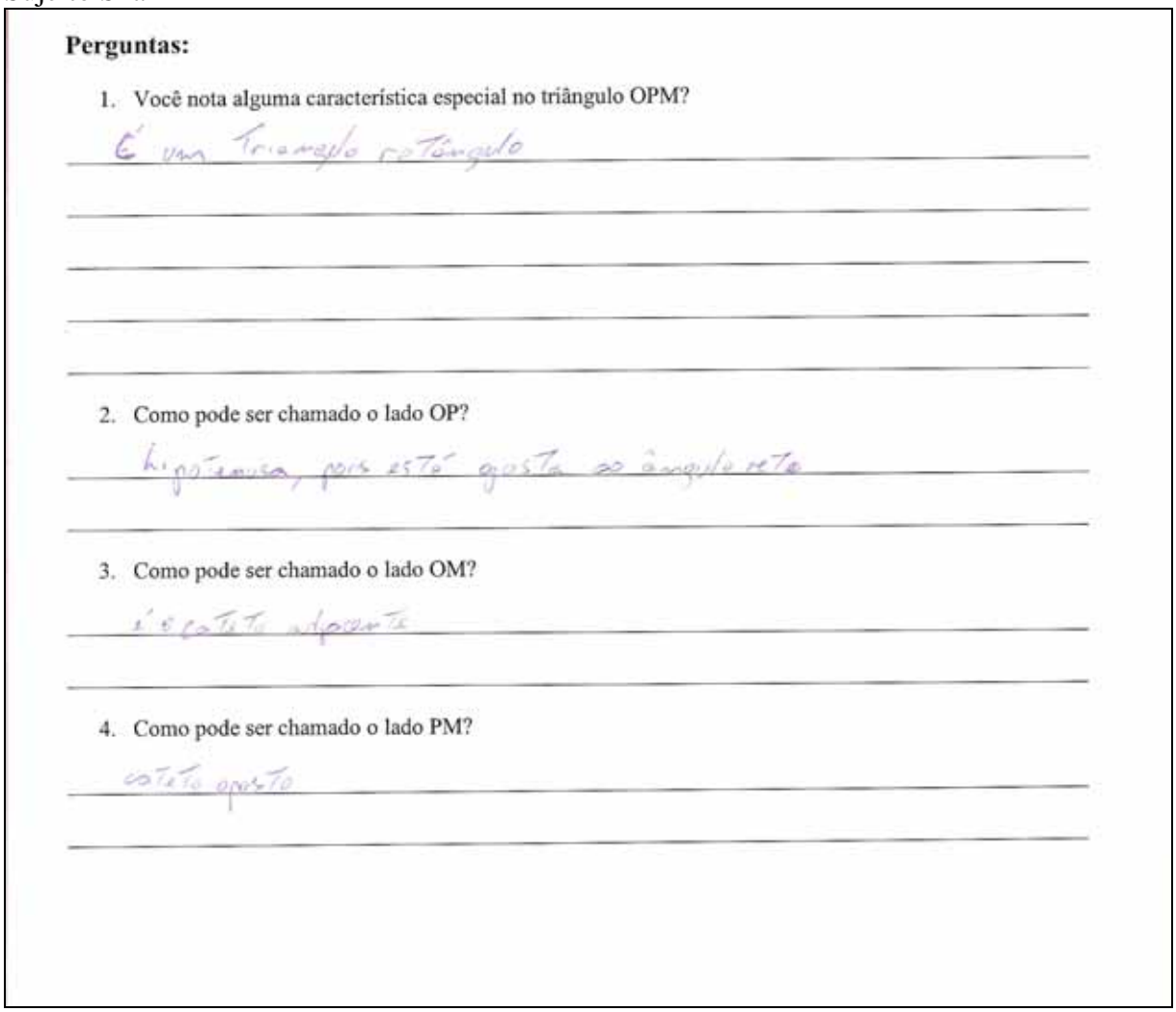
$x = 3,34$

12. Na sua opinião, o Cabri ajuda a entender e a resolver esse tipo de problema? Por que?

Sim, a visualização possibilita fazer com mais facilidade os cálculos. Como é visto na exercícios anterior, é feito o triângulo e um cálculo resolvendo tudo.

Figura 62: Respostas do Sujeito S3 na ETAPA 2 - folha 3.

Sujeito S4a



Perguntas:

1. Você nota alguma característica especial no triângulo OPM?

É um Triangulo retângulo

2. Como pode ser chamado o lado OP?

hipotenusa, pois está oposta ao ângulo reto

3. Como pode ser chamado o lado OM?

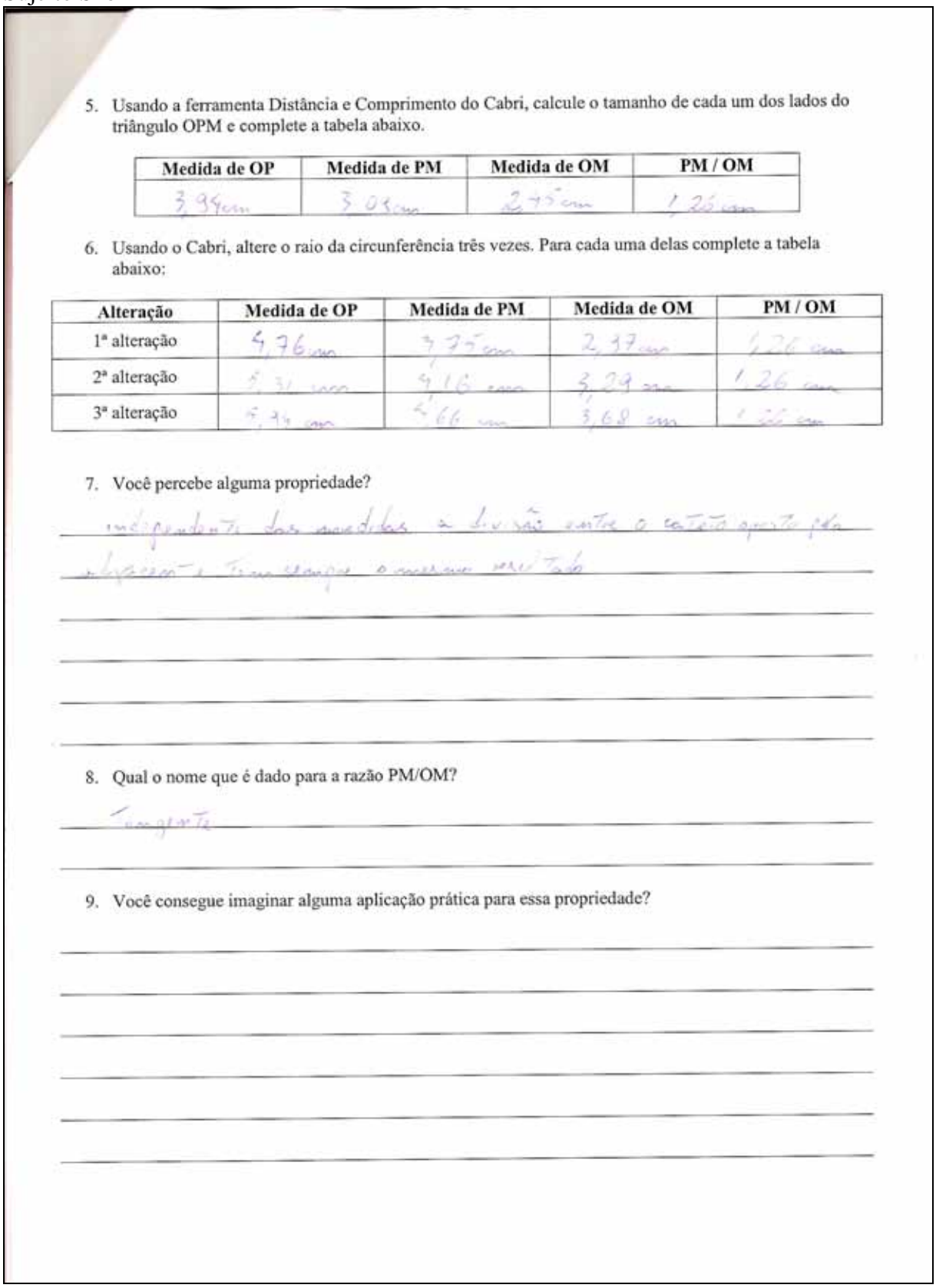
é o cateto adjacente

4. Como pode ser chamado o lado PM?

cateto oposto

Figura 63: Respostas do Sujeito S4 na ETAPA 2 - folha 1.

Sujeito S4b



5. Usando a ferramenta Distância e Comprimento do Cabri, calcule o tamanho de cada um dos lados do triângulo OPM e complete a tabela abaixo.

Medida de OP	Medida de PM	Medida de OM	PM / OM
3,94cm	3,08cm	2,45cm	1,26 cm

6. Usando o Cabri, altere o raio da circunferência três vezes. Para cada uma delas complete a tabela abaixo:

Alteração	Medida de OP	Medida de PM	Medida de OM	PM / OM
1ª alteração	4,76 cm	3,75 cm	2,37 cm	1,26 cm
2ª alteração	5,31 cm	4,16 cm	3,29 cm	1,26 cm
3ª alteração	4,74 cm	2,66 cm	3,68 cm	1,26 cm

7. Você percebe alguma propriedade?

independente das medidas a divisão entre o cateto oposto pela adjacente é sempre o mesmo resultado

8. Qual o nome que é dado para a razão PM/OM?

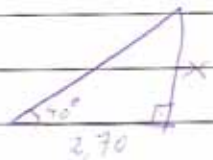
Tangente

9. Você consegue imaginar alguma aplicação prática para essa propriedade?

Figura 64: Respostas do Sujeito S4 na ETAPA 2 - folha 2.

Sujeito S4c

10. Se o Segmento OP for correspondente à altura da sala do laboratório de informática e o segmento OM for correspondente à distância entre a porta de entrada e o funda da sala, você conseguiria calcular esta altura sem ter que subir em algum lugar para medi-la diretamente? Como você faria?



Tan 40° = 0,84

0,84 = x / 2,70

11. Como você faria para medir a largura de um rio, desde uma margem até a outra, sem que fosse possível atravessa-lo? Faça um desenho nesta folha explicando e depois tente reproduzi-lo no Cabri.

Tan 24° = 0,44

0,44 = x / 10

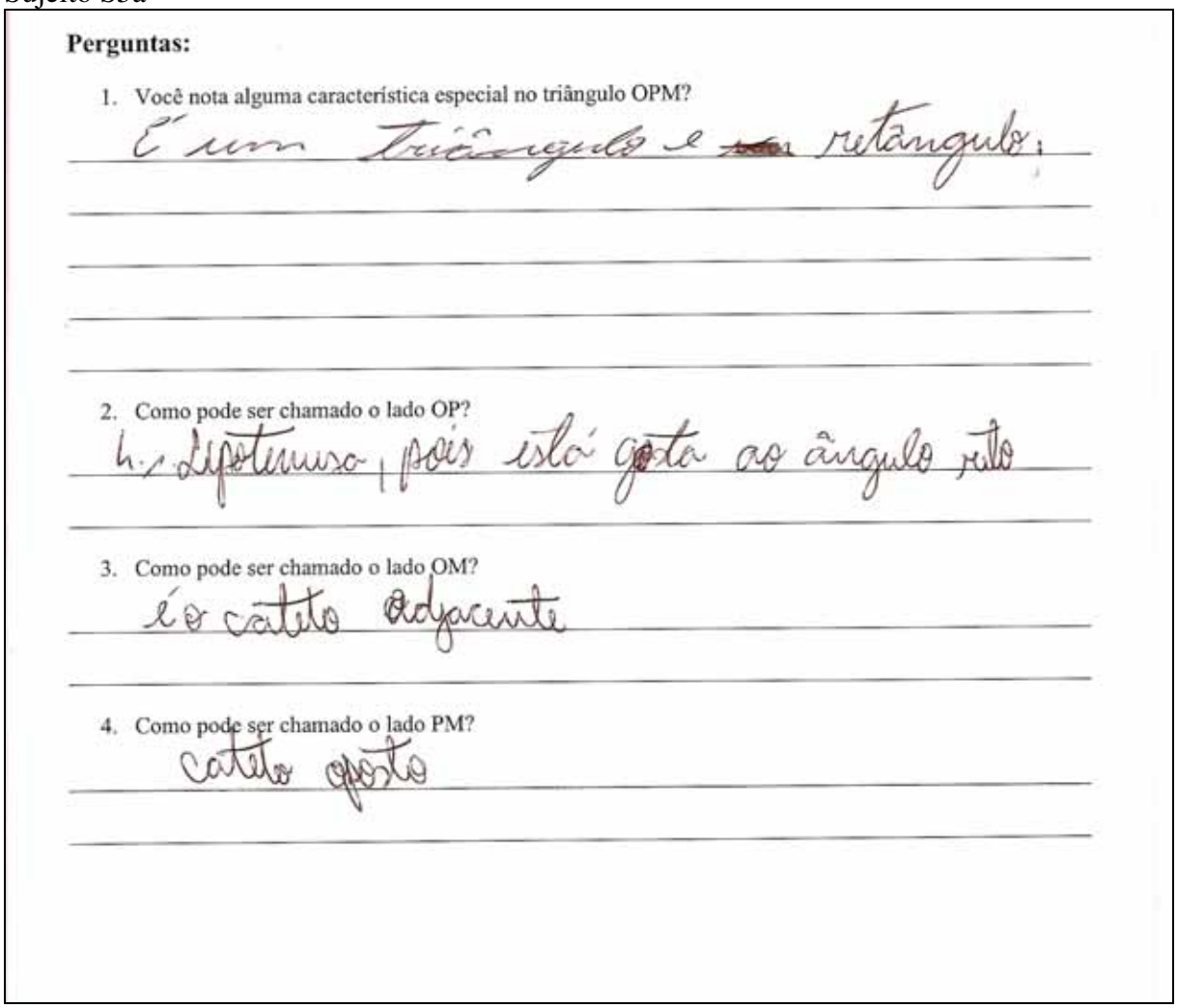
x = 4,42

12. Na sua opinião, o Cabri ajuda a entender e a resolver esse tipo de problema? Por que?

Sim, ajuda bastante, é possível representar uma figura e todas as medidas desejadas facilmente

Figura 65: Respostas do Sujeito S4 na ETAPA 2 - folha 3.

Sujeito S5a



Perguntas:

1. Você nota alguma característica especial no triângulo OPM?

É um Triângulo e ~~um~~ retângulo;

2. Como pode ser chamado o lado OP?

h.: Hipotenusa, pois está oposta ao ângulo reto

3. Como pode ser chamado o lado OM?

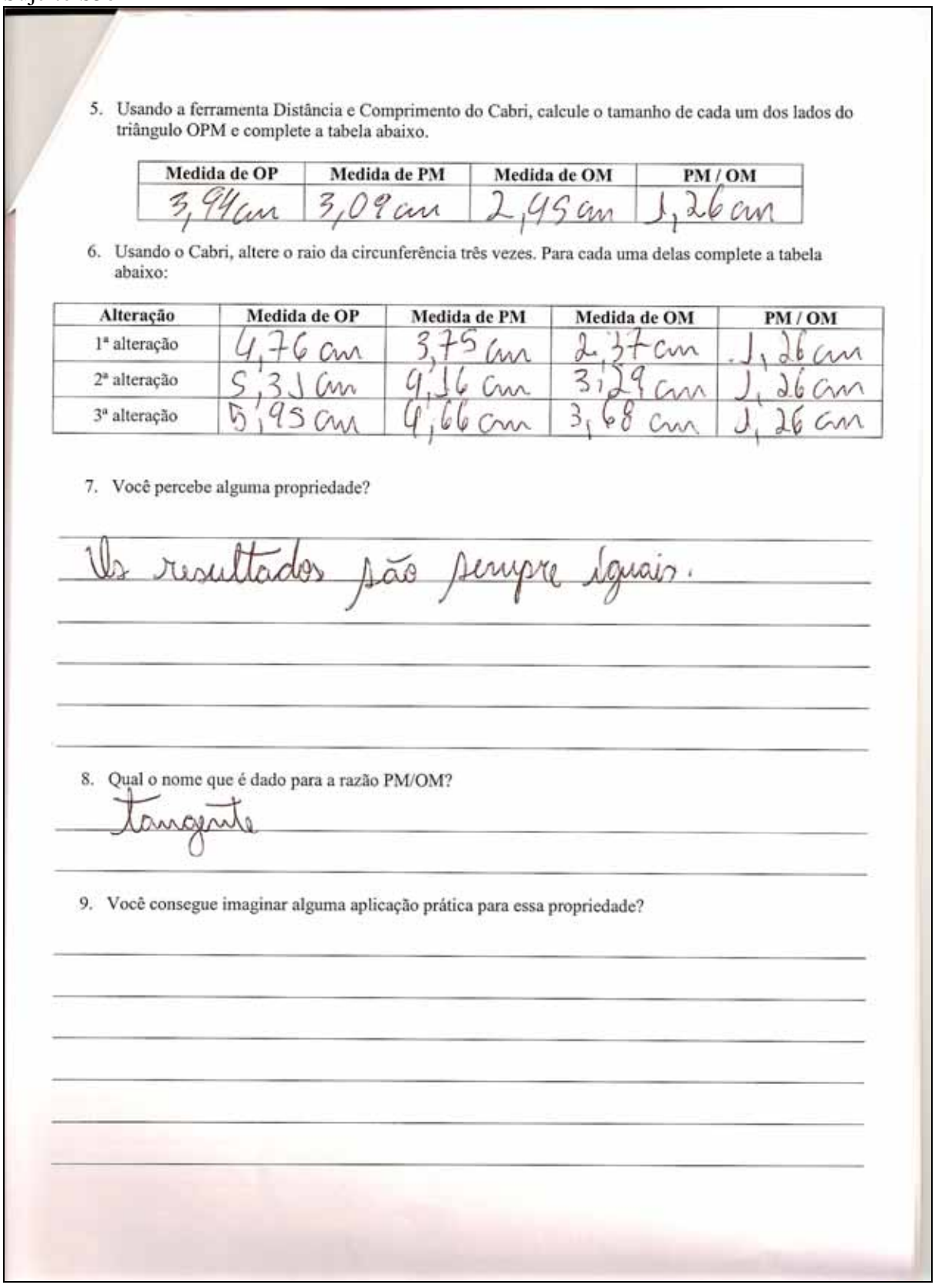
é o cateto adjacente

4. Como pode ser chamado o lado PM?

cateto oposto

Figura 66: Respostas do Sujeito S5 na ETAPA 2 - folha 1.

Sujeito S5b



5. Usando a ferramenta Distância e Comprimento do Cabri, calcule o tamanho de cada um dos lados do triângulo OPM e complete a tabela abaixo.

Medida de OP	Medida de PM	Medida de OM	PM / OM
3,94 cm	3,09 cm	2,45 cm	1,26 cm

6. Usando o Cabri, altere o raio da circunferência três vezes. Para cada uma delas complete a tabela abaixo:

Alteração	Medida de OP	Medida de PM	Medida de OM	PM / OM
1ª alteração	4,76 cm	3,75 cm	2,37 cm	1,26 cm
2ª alteração	5,31 cm	4,16 cm	3,29 cm	1,26 cm
3ª alteração	5,95 cm	4,66 cm	3,68 cm	1,26 cm

7. Você percebe alguma propriedade?

Os resultados são sempre iguais.

8. Qual o nome que é dado para a razão PM/OM?

tangente

9. Você consegue imaginar alguma aplicação prática para essa propriedade?

Figura 67: Respostas do Sujeito S5 na ETAPA 2 - folha 2.

Sujeito S5c

10. Se o Segmento OP for correspondente à altura da sala do laboratório de informática e o segmento OM for correspondente à distância entre a porta de entrada e o funda da sala, você conseguiria calcular esta altura sem ter que subir em algum lugar para medi-la diretamente? Como você faria?

Eu não sei fazer essa.

11. Como você faria para medir a largura de um rio, desde uma margem até a outra, sem que fosse possível atravessa-lo? Faça um desenho nesta folha explicando e depois tente reproduzi-lo no Cabri.

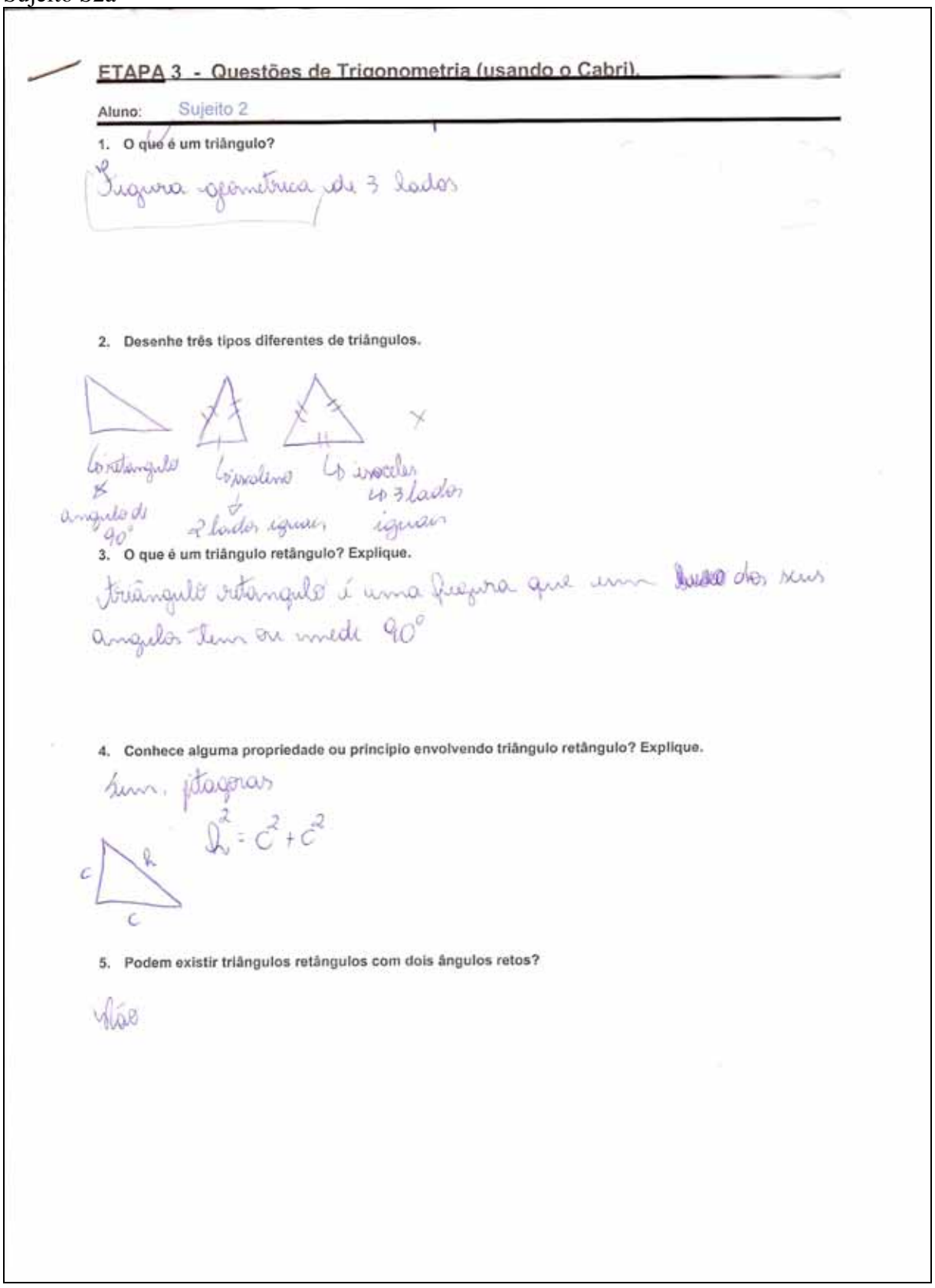
12. Na sua opinião, o Cabri ajuda a entender e a resolver esse tipo de problema? Por que?

Sim, o Cabri ajuda resolver bastante. Porque eu não sei fazer

Figura 68: Respostas do Sujeito S5 na ETAPA 2 - folha 3.

Anexo 9 – Respostas na ETAPA 3

Sujeito S2a



ETAPA 3 - Questões de Trigonometria (usando o Cabri).

Aluno: Sujeito 2

1. O que é um triângulo?

Figura geométrica de 3 lados

2. Desenhe três tipos diferentes de triângulos.

Triângulo retângulo — 1 ângulo de 90°

Triângulo isósceles — 2 lados iguais

Triângulo equilátero — 3 lados iguais

3. O que é um triângulo retângulo? Explique.

Triângulo retângulo é uma figura que um dos seus ângulos tem ou mede 90°

4. Conhece alguma propriedade ou princípio envolvendo triângulo retângulo? Explique.

Sim. pitagoras

$h^2 = c^2 + c^2$

5. Podem existir triângulos retângulos com dois ângulos retos?

Não

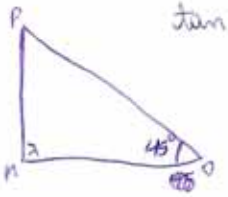
Figura 69: Respostas do Sujeito S2 na ETAPA 3 - folha 1.

Sujeito S2b

6. Você já estudou algumas razões trigonométricas no triângulo retângulo (seno, cosseno, tangente)? Caso afirmativo, o que você sabe sobre elas?

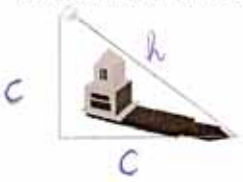
Sim, Que você pode resolver qualquer problema com isso

7. Elabore alguma situação problema que pode ser resolvida com auxílio dessas razões trigonométricas.



tan: seno
cos

8. Como medir a altura do prédio abaixo?

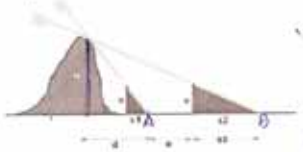


medir por etapas. e se você souber a distância da sombra e o angulo e depois aplica a formula da tangente

9. Como você poderia medir a distância entre a Terra e a Lua?

achando o angulo o raio da terra e da lua

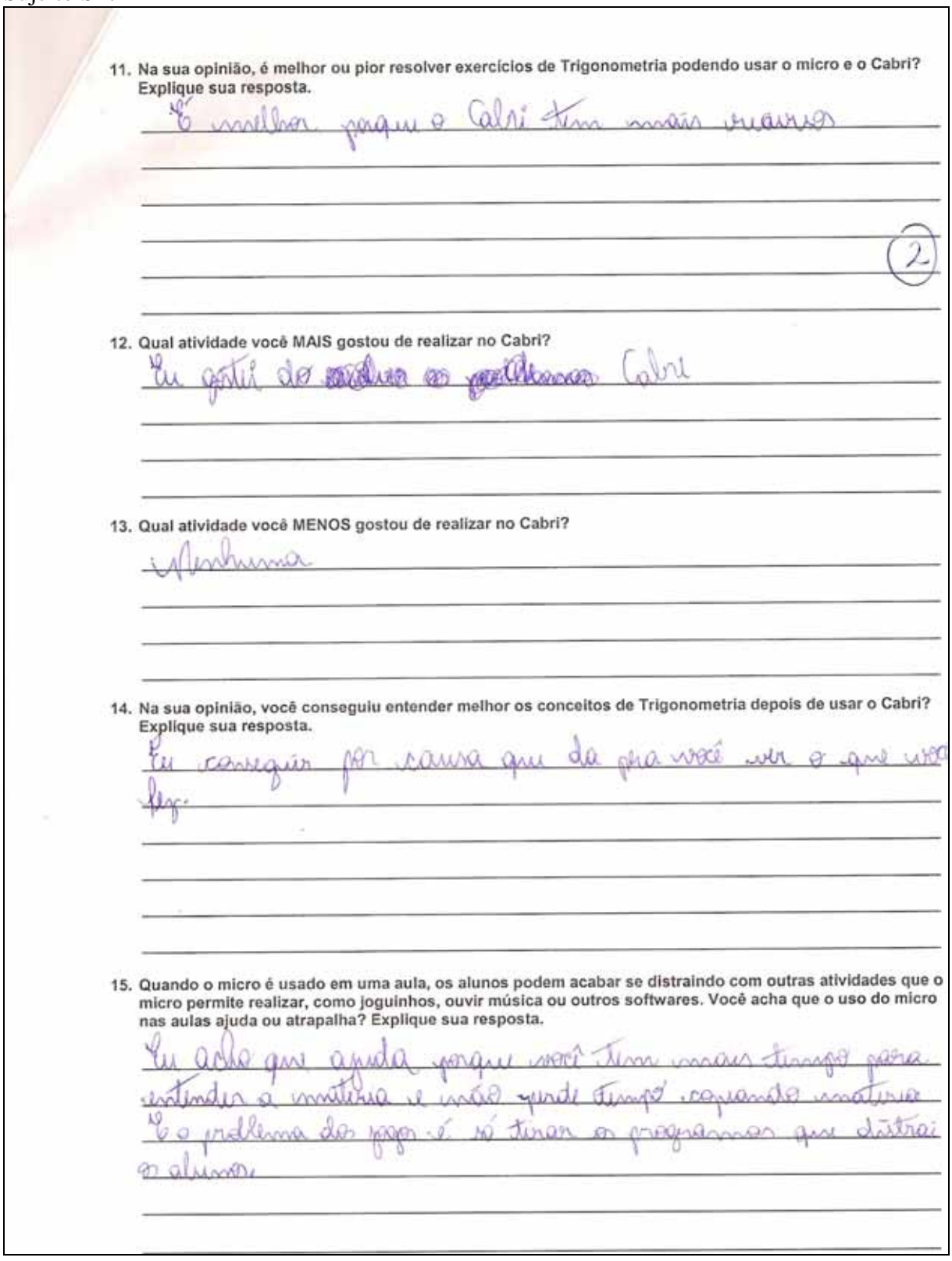
10. Como você poderia determinar da altura h de uma montanha usando duas sombras de uma vareta de comprimento v.?



medir do ponto A até o angulo de 90° e o B a mesma coisa e depois resolve por tangente

Figura 70: Respostas do Sujeito S2 na ETAPA 3 - folha 2.

Sujeito S2c



11. Na sua opinião, é melhor ou pior resolver exercícios de Trigonometria podendo usar o micro e o Cabri? Explique sua resposta.

É melhor porque o Cabri tem mais recursos

2

12. Qual atividade você MAIS gostou de realizar no Cabri?

Eu gostei de [illegible] Cabri

13. Qual atividade você MENOS gostou de realizar no Cabri?

Nenhuma

14. Na sua opinião, você conseguiu entender melhor os conceitos de Trigonometria depois de usar o Cabri? Explique sua resposta.

Eu consegui por causa que dá pra você ver o que você faz.

15. Quando o micro é usado em uma aula, os alunos podem acabar se distraindo com outras atividades que o micro permite realizar, como joguinhos, ouvir música ou outros softwares. Você acha que o uso do micro nas aulas ajuda ou atrapalha? Explique sua resposta.

Eu acho que ajuda porque você tem mais tempo para entender a matéria e não perde tempo copiando matéria. E o problema dos jogos é só tirar os programas que distrai os alunos.

Figura 71: Respostas do Sujeito S2 na ETAPA 3 - folha 3.

Sujeito S3a

3

ETAPA 3 - Questões de Trigonometria (usando o Cabri).

Aluno: Sujeito 3

1. **O que é um triângulo?**

Figura geométrica de três lados

2. **Desenhe três tipos diferentes de triângulos.**

3. **O que é um triângulo retângulo? Explique.**

é um triangulo que possui um ângulo de 90°

4. **Conhece alguma propriedade ou princípio envolvendo triângulo retângulo? Explique.**

Teorema de PITAGORAS

$h^2 = co^2 + ca^2$

A soma dos quadrados dos catetos é igual ao quadrado da hipotenusa

5. **Podem existir triângulos retângulos com dois ângulos retos?**

Não, pois se houvessem 2 angulos retos a figura teria 4 ou mais lados

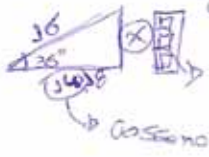
Figura 72: Respostas do Sujeito S3 na ETAPA 3 - folha 1.

Sujeito S3b

6. Você já estudou algumas razões trigonométricas no triângulo retângulo (seno, cosseno, tangente)? Caso afirmativo, o que você sabe sobre elas?

Sim.
tangente é o cateto oposto dividido pelo cateto adjacente
Seno e Cosseno são cateto oposto e adjacente respectivamente

7. Elabore alguma situação problema que pode ser resolvida com auxílio dessas razões trigonométricas.



Com o auxílio da tangente de 35° calcular a altura do prédio ao lado
$tg\,35° = 0,70$
$0,70 = \frac{x}{14,18}$
$x = 0,70 \times 14,18$
$x = 9,93$

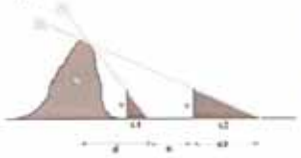
8. Como medir a altura do prédio abaixo?

A conta não pode ser feita do modo que está
Temos que saber ~~a altura~~ a medida da sombra
e achamos o ângulo e pela tabela de tangente
Chegamos ao resultado

9. Como você poderia medir a distância entre a Terra e a Lua?

Eu não lembraria um triângulo imaginário que fosse desde até a lua o seno seria o raio da terra, sabendo o ângulo poderíamos calcular a tangente para encontrar a distância que no caso seria o cateto

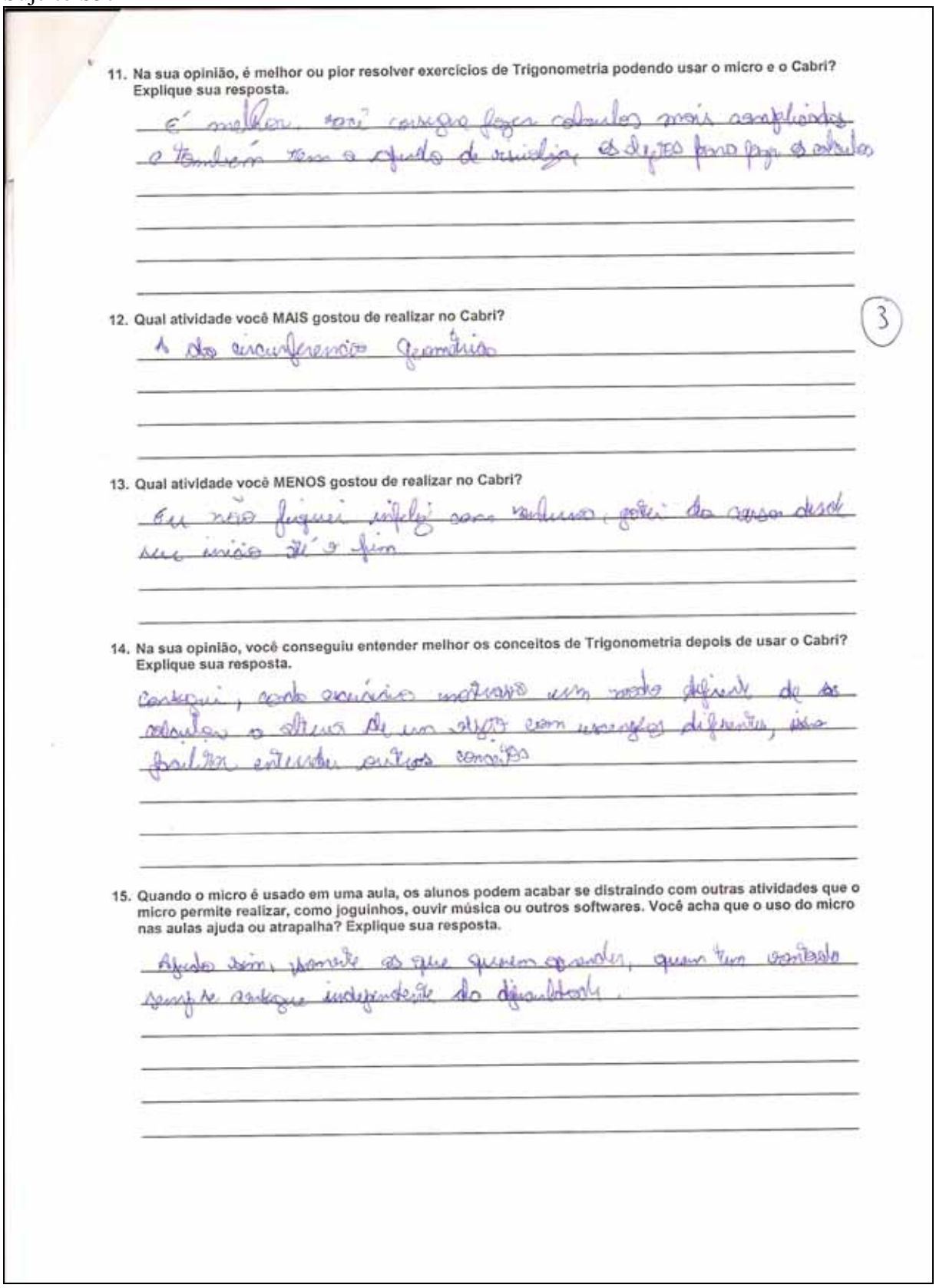
10. Como você poderia determinar da altura h de uma montanha usando duas sombras de uma vareta de comprimento v.?



calculando a sombra, ~~depois~~ ~~disso~~ calculo-se também o ângulo e com esses valores o cálculo já pode ser feito

Figura 73: Respostas do Sujeito S3 na ETAPA 3 - folha 2.

Sujeito S3c



11. Na sua opinião, é melhor ou pior resolver exercícios de Trigonometria podendo usar o micro e o Cabri? Explique sua resposta.

é melhor, pois consigo fazer cálculos mais complicados e também com a ajuda de visualização, os dados ficam fora do cálculo

12. Qual atividade você MAIS gostou de realizar no Cabri?

A das circunferências Geométricas

3

13. Qual atividade você MENOS gostou de realizar no Cabri?

Eu não fiquei muito à vontade com nenhuma, gostei da aula desde seu início até o fim

14. Na sua opinião, você conseguiu entender melhor os conceitos de Trigonometria depois de usar o Cabri? Explique sua resposta.

Consegui, cada exercício mostrava um modo diferente de se calcular o dobro de um arco com conceitos diferentes, isso facilita entender outros conceitos

15. Quando o micro é usado em uma aula, os alunos podem acabar se distraindo com outras atividades que o micro permite realizar, como joguinhos, ouvir música ou outros softwares. Você acha que o uso do micro nas aulas ajuda ou atrapalha? Explique sua resposta.

Ajuda sim, porque os que querem aprender, querem um conteúdo sempre correto independente do divertimento.

Figura 74: Respostas do Sujeito S3 na ETAPA 3 - folha 3.

Sujeito S4a

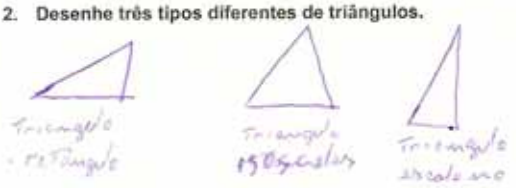
ETAPA 3 - Questões de Trigonometria (usando o Cabri).

Aluno: Sujeito 4

1. O que é um triângulo?

É uma figura geométrica de 3 lados

2. Desenhe três tipos diferentes de triângulos.



3. O que é um triângulo retângulo? Explique.

é uma figura geometrica de 3 lados que possui um ângulo reto

4. Conhece alguma propriedade ou princípio envolvendo triângulo retângulo? Explique.

O Teorema de Pitagoras, que é a: hipotenusa² = cateto² + cateto²

5. Podem existir triângulos retângulos com dois ângulos retos?

Não, só não vi graça pra explicar que eu não sei

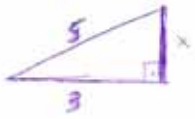
Figura 75: Respostas do Sujeito S4 na ETAPA 3 - folha 1.

Sujeito S4b

6. Você já estudou algumas razões trigonométricas no triângulo retângulo (seno, cosseno, tangente)? Caso afirmativo, o que você sabe sobre elas?

eu já vi, mas eu não lembro praticamente nada

7. Elabore alguma situação problema que pode ser resolvida com auxílio dessas razões trigonométricas.



$Tg = \frac{sen}{cos}$ $0,67 = \frac{x}{3}$ $x = 2,01$

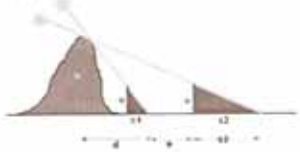
8. Como medir a altura do prédio abaixo?

é possível medir a altura se soubermos a medida da sombra do prédio e o ângulo assim aplicamos a fórmula da Tangente.

9. Como você poderia medir a distância entre a Terra e a Lua?

Não faço a mínima ideia

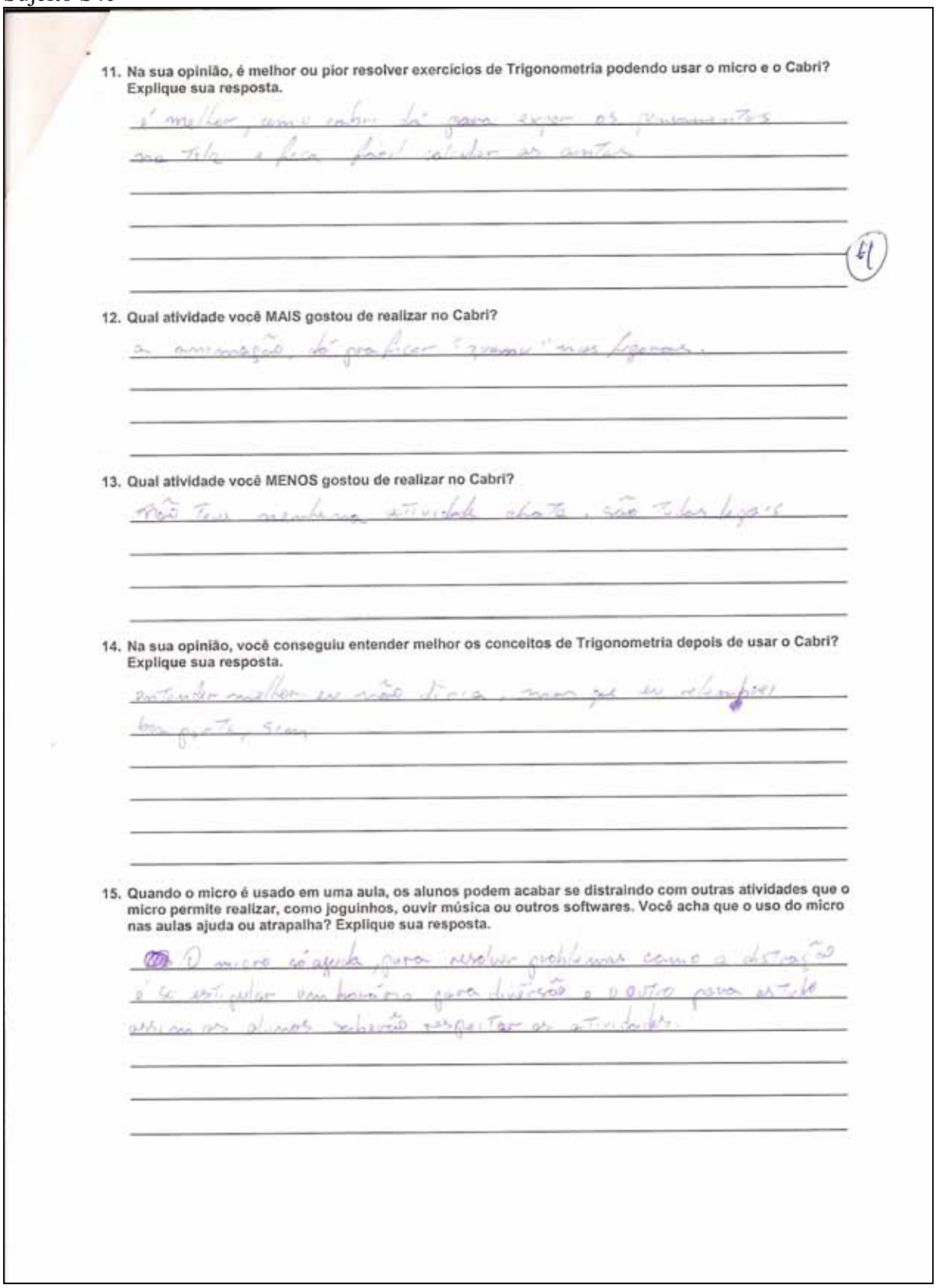
10. Como você poderia determinar da altura h de uma montanha usando duas sombras de uma vareta de comprimento v.?



da mesma maneira do prédio, acho eu

Figura 76: Respostas do Sujeito S4 na ETAPA 3 - folha 2.

Sujeito S4c



11. Na sua opinião, é melhor ou pior resolver exercícios de Trigonometria podendo usar o micro e o Cabri? Explique sua resposta.

é melhor, pois o cabri dá para expor os procedimentos na tela e fica fácil validar as ações

4

12. Qual atividade você MAIS gostou de realizar no Cabri?

a animação, de ficar "girando" nas ligações.

13. Qual atividade você MENOS gostou de realizar no Cabri?

Não teve nenhuma atividade chata, são todas legais

14. Na sua opinião, você conseguiu entender melhor os conceitos de Trigonometria depois de usar o Cabri? Explique sua resposta.

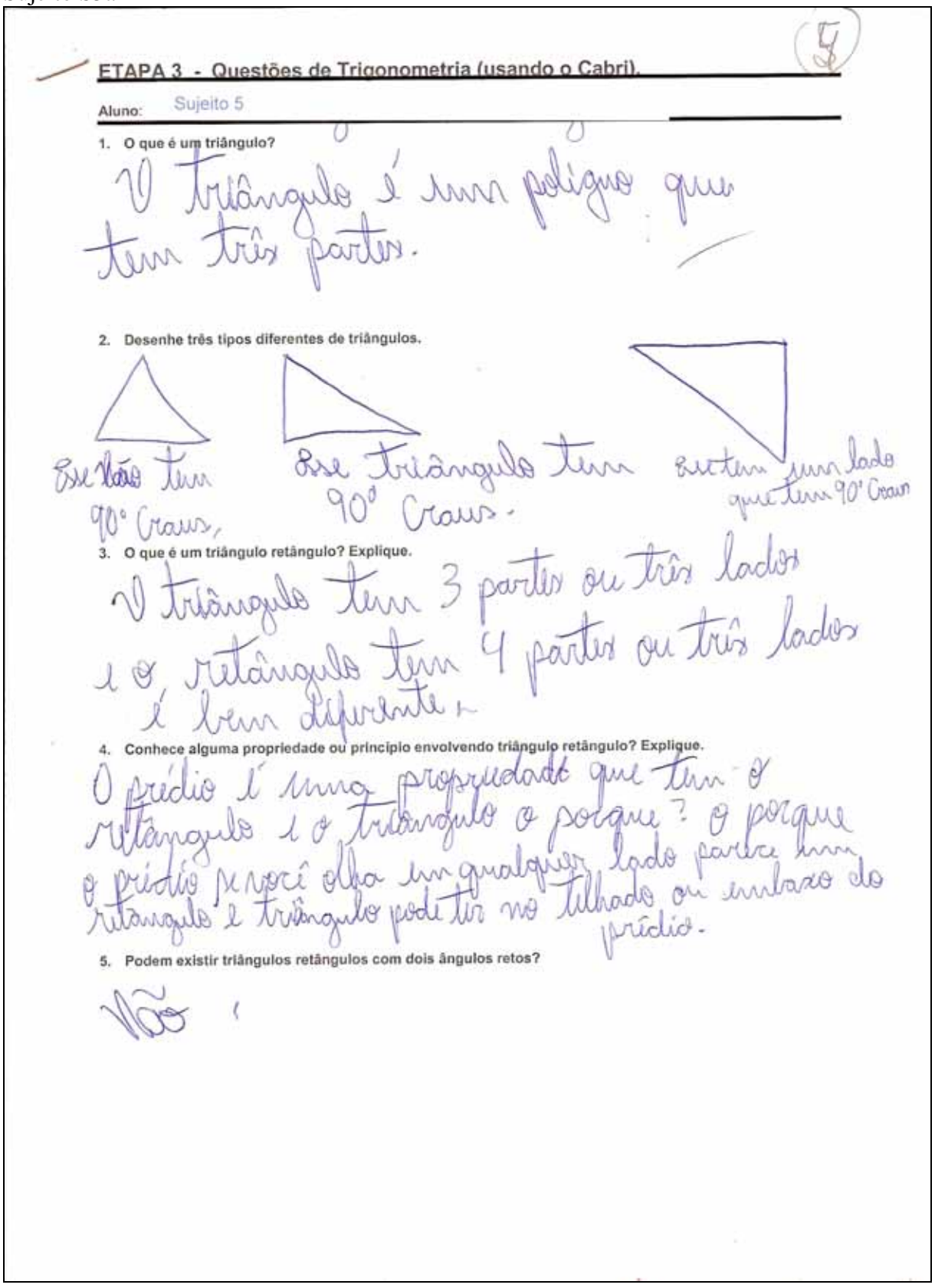
entender melhor eu não digo, mas já vi de forma bem prática, sim

15. Quando o micro é usado em uma aula, os alunos podem acabar se distraindo com outras atividades que o micro permite realizar, como joguinhos, ouvir música ou outros softwares. Você acha que o uso do micro nas aulas ajuda ou atrapalha? Explique sua resposta.

O micro só ajuda para resolver problemas como a distração é só estipular um horário para diversão e o outro para estudo assim os alunos saberão respeitar as atividades.

Figura 77: Respostas do Sujeito S4 na ETAPA 3 - folha 3.

Sujeito S5a



ETAPA 3 - Questões de Trigonometria (usando o Cabri).

Aluno: Sujeito 5

1. O que é um triângulo?

O Triângulo é uma poligno que tem três partes.

2. Desenhe três tipos diferentes de triângulos.

Esse não tem 90° Graus,

Esse Triângulo tem 90° Graus.

Esse tem um lado que tem 90° Graus

3. O que é um triângulo retângulo? Explique.

O triângulo tem 3 partes ou três lados e o retângulo tem 4 partes ou três lados é bem diferente.

4. Conhece alguma propriedade ou princípio envolvendo triângulo retângulo? Explique.

O prédio é uma propriedade que tem o retângulo e o triângulo o porque? O porque o prédio se você olha um qualquer lado parece um retângulo e triângulo podetir no telhado ou embaixo do prédio.

5. Podem existir triângulos retângulos com dois ângulos retos?

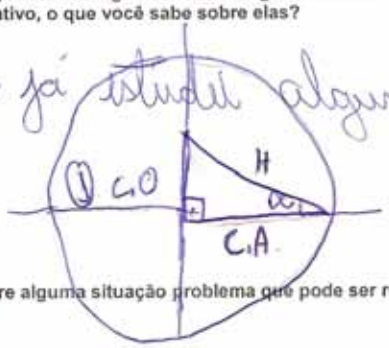
Não.

Figura 78: Respostas do Sujeito S5 na ETAPA 3 - folha 1.

Sujeito S5b

6. Você já estudou algumas razões trigonométricas no triângulo retângulo (seno, cosseno, tangente)? Caso afirmativo, o que você sabe sobre elas?

Eu já estudei algumas Trigonométricas Mas.



SENO = C.O
CO = C.A
TG = C.O / C.A

7. Elabore alguma situação problema que pode ser resolvida com auxílio dessas razões trigonométricas.

8. Como medir a altura do prédio abaixo?

9. Como você poderia medir a distância entre a Terra e a Lua?

10. Como você poderia determinar da altura h de uma montanha usando duas sombras de uma vareta de comprimento v.?

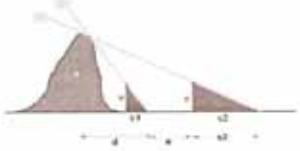
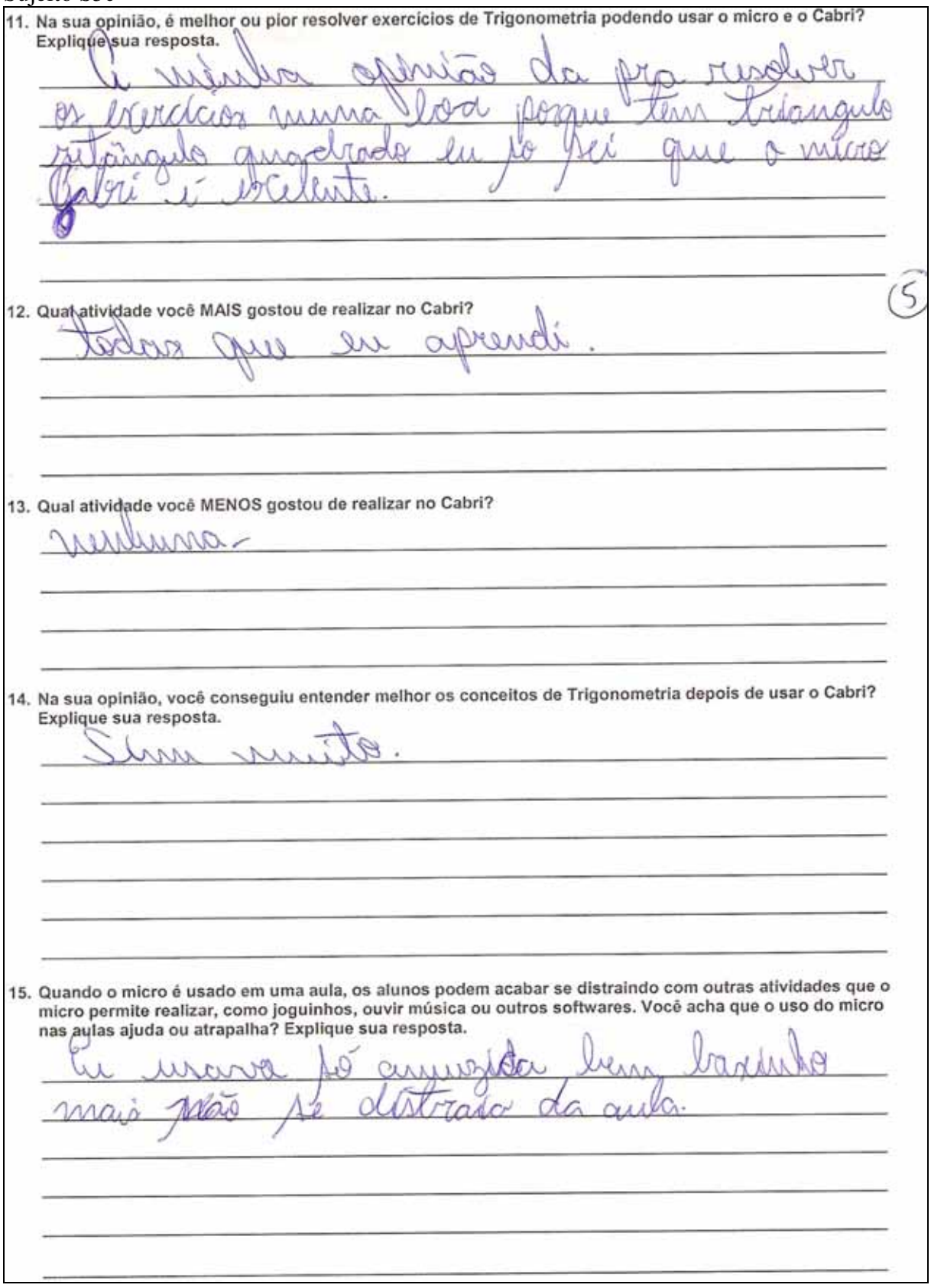


Figura 79: Respostas do Sujeito S5 na ETAPA 3 - folha 2.

Sujeito S5c



11. Na sua opinião, é melhor ou pior resolver exercícios de Trigonometria podendo usar o micro e o Cabri? Explique sua resposta.

Eu minha opinião da pra resolver os exercícios numa boa porque tem triangulo retângulo quadrado eu já sei que o micro Cabri é excelente.

(5)

12. Qual atividade você MAIS gostou de realizar no Cabri?

todos que eu aprendi.

13. Qual atividade você MENOS gostou de realizar no Cabri?

nenhuma.

14. Na sua opinião, você conseguiu entender melhor os conceitos de Trigonometria depois de usar o Cabri? Explique sua resposta.

Sim muito.

15. Quando o micro é usado em uma aula, os alunos podem acabar se distraindo com outras atividades que o micro permite realizar, como joguinhos, ouvir música ou outros softwares. Você acha que o uso do micro nas aulas ajuda ou atrapalha? Explique sua resposta.

Eu usava só ensinada bem bradinho mais não se distraia da aula.

Figura 80: Respostas do Sujeito S5 na ETAPA 3 - folha 3.