

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

**CARLOS TELES DE MIRANDA**

**O ENSINO DE MEDIDAS DE ÁREAS COM O ENFOQUE CTS**

**DISSERTAÇÃO**

**PONTA GROSSA**

**2012**

**CARLOS TELES DE MIRANDA**

**O ENSINO DE MEDIDAS DE ÁREAS COM O ENFOQUE CTS**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciência e Tecnologia, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Guataçara dos Santos Júnior.

Co-orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Nicéia Aparecida Maciel Pinheiro

**PONTA GROSSA**

**2012**

Ficha catalográfica elaborada pelo Departamento de Biblioteca  
da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa  
n.51/12

M672 Miranda, Carlos Teles de

O ensino de medidas de áreas com o enfoque CTS. / Carlos Teles de Miranda.  
Ponta Grossa, 2012.  
154 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Guataçara dos Santos Júnior  
Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Nicéia Aparecida Maciel Pinheiro

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Programa de Pós-  
Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. Universidade Tecnológica Federal do  
Paraná. Ponta Grossa, 2012.

1. Matemática crítica. 2. CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). 3. Áreas -  
Medidas. 4. Satélites. I. Santos Júnior, Guataçara dos. II. Pinheiro, Nicéia Aparecida  
Maciel. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa. IV.  
Título.

CDD 507



**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
**Campus Ponta Grossa**  
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE**  
**CIÊNCIA E TECNOLOGIA**



## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

Título de dissertação **Nº47/2012**

**O ENSINO DE MEDIDAS DE ÁREAS COM O ENFOQUE CTS**

Por

**Carlos Teles de Miranda**

Esta dissertação foi apresentada às **13 horas e 30 minutos de 21 de setembro de 2012** como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, com área de concentração em Ciência, Tecnologia e Ensino, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo citados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

**Prof. Dr. João Bosco Laudares**  
(Cefet-MG)

---

**Profª. Drª. Nilcéia Aparecida Maciel Pinheiro**  
(UTFPR)

---

**Profª. Drª. Sani de Carvalho Rutz da Silva**  
(UTFPR)

---

**Prof. Dr. Guataçara dos Santos Junior**  
(UTFPR) – *Orientador*

*Visto do Coordenador*

---

**Profª. Drª. Rosemari Monteiro Castilho**  
**Foggiatto Silveira (UTFPR)**

---

**Profª. Drª. Sani de Carvalho Rutz da Silva**  
Coordenadora do PPGECT

**A FOLHA DE APROVAÇÃO ASSINADA ENCONTRA-SE NO DEPARTAMENTO DE**  
**REGISTROS ACADÊMICOS DA UTFPR – CÂMPUS PONTA GROSSA**

Dedico esse trabalho, com muito carinho e respeito, à minha mãe Vilma, pelo apoio em todos os momentos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS pelas bênçãos e proteção.

Em especial agradeço a minha mãe Vilma, pelo apoio e incansável espera pelos meus retornos, pela manhã, sempre sorrindo.

Ao meu sobrinho Fábio pela dedicação e paciência em ensinar-me a linguagem de programação para elaborar a produção técnica, coisa rara em jovens de 13 anos.

Aos colegas e aos professores do curso de Mestrado da UTFPR, pela amizade e companheirismo.

Às professoras Dr<sup>a</sup>. Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto Silveira e Dr<sup>a</sup> Sani de Carvalho Rutz da Silva pelas opiniões e sugestões para o aprimoramento desse trabalho.

Ao prof. Dr. Guataçara dos Santos Júnior e à Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Nilcéia Aparecida Maciel Pinheiro pelas orientações dadas e pelo tempo dedicado.

À Professora Ms. Marivane de Souza Martin, coordenadora do Curso de Matemática da Unipar, pela compreensão e incentivo.

Aos participantes da pesquisa, os quais foram de importância crucial para realizá-la.

## RESUMO

MIRANDA, Carlos Teles. **O ensino de medidas de áreas com o enfoque CTS**. 2012. 154 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2012.

Este trabalho de pesquisa teve como objetivo principal verificar as contribuições do enfoque CTS, por meio da Educação Matemática Crítica, para a aprendizagem de medidas de áreas. As atividades desenvolvidas, acerca do conteúdo específico de medidas de áreas, seguiram os pressupostos do enfoque CTS – na modalidade de enxerto, utilizando os recursos midiáticos gratuitos disponibilizados nos *sites* de universidades e órgãos públicos. A aplicação da pesquisa aconteceu sob a forma de oficinas em uma Universidade da Cidade de Cascavel no Estado do Paraná, em uma turma do 2º ano do curso de Licenciatura Plena em Matemática. Os dados coletados durante e após a aplicação da pesquisa foram analisados de forma qualitativa e interpretativa, uma vez que a pesquisa foi aplicada. Os resultados mostraram um envolvimento interessante dos alunos, desenvolvendo diferentes posturas frente ao aprendizado. Tais posturas referem-se, entre outras, principalmente, ao diálogo entre os participantes ao discutirem situações presentes no cotidiano, as quais nem sempre são percebidas; outro fator importante foi o ato de construir materiais com a possibilidade de fazer associações e comparações. Além disso, também como fruto do trabalho, todas as atividades foram dispostas sob a forma de um produto educacional, visando auxiliar futuros trabalhos e, também, aquele professor interessado em aplicá-lo em suas aulas.

**Palavras-Chave:** Matemática crítica. CTS. Áreas - Medidas. Satélites.

## ABSTRACT

MIRANDA, Carlos Teles. **Area Measures teaching with CTS approach**. 2012. 154 p. Dissertation (Master of Teaching Science and Technology) - Graduate Program in Teaching Science and Technology. Federal Technology University – Parana. Ponta Grossa, 2012.

The main goal of this research was to check the contributions of the CTS approach, by means of critical mathematics education to the area measures teaching. The activities developed about the specific content of area measures followed the assumptions of the STS approach – in the grafting modality, using free media resources available in sites of universities and public organ. The application of the research happened as workshops in a certain university in Cascavel, Paraná state, with a group of students in the second grade of an undergraduate Math degree. The collected data during and after the application of the research were analyzed in a quantitative and qualitative form, once the research was applied. The results showed an interesting involvement of the students, developing different points of view towards the learning ability. Such points of view refer, among others, mainly to the dialogue among the participants by the time they discuss the current everyday situations, which not always can be realized; another important factor was the act of creating materials with the possibility to make associations and comparisons. Besides, also as a result of the work, all of the activities were presented as an educational product, whose aim are future works and the teacher who is interested in apply it in his classes.

**Key-words:** critical Mathematics. CTS. Areas - Measures. Satelites.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa da implantação do modelo para controle de tráfego.....	41
Figura 2 - Imagem de satélite na forma de poligonal fechada: Percurso 1 .....	67
Figura 3 - Imagem de satélite mostrando degradação e desflorestamento .....	71
Figura 4 - Imagem de satélite: polígonos sobre a Amazônia .....	77
Figura 5 - Esboço do desenho de área desmatada .....	81
Figura 6 - Alunos realizando medições da sala de aula.....	82
Figura 7 - Alunos realizando medições na janela da sala de aula .....	82
Figura 8 - Esboço do desenho da sala de aula .....	83
Figura 9 - Construção sobre a mesa .....	84
Figura 10 - Espaços na construção .....	84
Figura 11 - Sobreposição de tijolos .....	85
Figura 12 - Tijolos “trançados” .....	85
Figura 13 - Atividade no formato retangular.....	86
Figura 14 - Imagem de satélite floresta degradada.....	89
Figura 15 - Tabela com histórico de degradação da Floresta .....	90
Figura 16 - Imagens da realização da tarefa do item (e) da atividade 1 .....	92
Figura 17 - Desenho do triângulo do Grupo 1 .....	96
Figura 18 - Construção do triângulo – Grupo 1 .....	97
Figura 19 - Construção do triângulo – Grupo 2 .....	97
Figura 20 - Construção do triângulo – Grupo 3 .....	98
Figura 21 - Polígono da região oeste do Estado do Paraná .....	99
Figura 22 – Área plantada com soja .....	100
Figura 23 - Imagem de satélite da Cidade de Cascavel.....	103
Figura 24 - Imagem de satélite da Cidade de Cascavel – Pontos de radares.....	105

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparação entre as concepções sobre ciência e tecnologias.....	23
Quadro 2 - Os nove aspectos da abordagem CTS .....	26
Quadro 3 - Resumo das três modalidades CTS .....	27
Quadro 4 - Questionário inicial para coleta de dados.....	55
Quadro 5 - Categorização dos dados do questionário inicial .....	57
Quadro 6 - Critérios utilizados para a qualificação dos dados do DETER. Padrões de desflorestamento em imagens TM/Landsat, descrições e classes associadas .....	64
Quadro 7 - Categorização das respostas da problematização da Atividade 2 .....	68
Quadro 8 - Padrão de resposta da atividade 3 .....	70
Quadro 9 - Categorização das respostas da atividade 3.....	70
Quadro 10 - Padrão de resposta da atividade 4 .....	72
Quadro 11 - Categorização dos dados da atividade 4.....	72
Quadro 12 - Padrão de resposta da atividade 5 .....	74
Quadro 13 - Categorização das respostas da atividade 5.....	74
Quadro 14 - Padrão de resposta da atividade 1 .....	78
Quadro 15 - Categorização das respostas da atividade 1.....	78
Quadro 16 - Padrão de resposta da atividade 2 .....	80
Quadro 17 - Categorização das respostas da atividade 2.....	80
Quadro 18 - Questionário final para coleta de dados (adaptado) .....	109
Quadro 19 - Categorização dos dados do questionário final .....	111

## LISTA DE SIGLAS

ADAM	<i>Annual Danish Aggregated Model</i>
CONABIA	<i>Comisión Nacional de Biotecnología</i>
CTNBio	Comissão Técnica Nacional de Biossegurança
CTS	Ciência Tecnologia e Sociedade
DETER	Detecção de Desmatamento em Tempo Real
EMC	Educação Matemática Crítica
GPS	Sistema de Posição Global
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
INPE	Instituto de Pesquisas Espaciais
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação n. 9394/96
MST	Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PRODES	Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
1.1 PROBLEMA DA PESQUISA .....	17
1.2 OBJETIVO GERAL.....	17
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	18
<b>2 O ENFOQUE CIÊNCIA TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS).....</b>	<b>19</b>
2.1 AS TRADIÇÕES CTS .....	23
2.2 O ENSINO E APRENDIZAGEM COM O ENFOQUE CTS.....	24
2.3 O ENFOQUE CTS NO ENSINO MÉDIO E OS PCNEM .....	27
2.4 EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA.....	32
2.5 A RELAÇÃO ENTRE O ENFOQUE CTS E OS MODELOS MATEMÁTICOS .....	39
2.5.1 O Ensino da Matemática a Partir das Tecnologias Presentes no Cotidiano dos Alunos.....	43
2.5.2 O Ensino de Medidas de Áreas com o enfoque CTS e a Formação de Professores ....	45
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>49</b>
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA .....	49
3.2 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL E POPULAÇÃO DA PESQUISA .....	50
3.3 COLETA E CATEGORIZAÇÃO DOS DADOS .....	51
3.4 ROTEIRO PARA A REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES .....	51
<b>4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>53</b>
4.1 ASPECTOS COMUNS ÀS OFICINAS PRESENTES NA PESQUISA.....	53
4.2 PRIMEIRO ENCONTRO .....	54
4.2.1 Contato Inicial .....	54
4.2.1.1 Aplicação do questionário para sondagem .....	55
4.3 SEGUNDO ENCONTRO .....	58
4.3.1 Oficina I .....	58
4.3.1.1 Atividade 1 – Iniciando com os Conceitos CTS.....	58
4.4 TERCEIRO ENCONTRO – CONTINUAÇÃO DA OFICINA I.....	61
4.4.1.1 Atividade 2 - Cálculo de áreas de figuras planas irregulares.....	62
4.4.1.2 Problematização.....	66
4.4.1.3 Atividade 3.....	69
4.4.1.4 Atividade 4.....	71
4.4.1.5 Atividade 5.....	73
4.5 QUARTO ENCONTRO.....	75
4.5.1 Oficina II.....	75
4.5.1.1 Atividade 1 - Cálculo de áreas de figuras planas: retângulos e quadrados.....	76
4.5.1.2 Problematização.....	76
4.5.1.3 Atividade 2.....	79
4.6 QUINTO ENCONTRO – CONTINUAÇÃO DA OFICINA II.....	86

4.6.1 Atividade 3.....	86
4.7 SEXTO ENCONTRO .....	88
4.7.1 Oficina III.....	88
4.7.1.1 Atividade 1 - Cálculo de Áreas de figuras planas: Triângulos .....	88
4.7.1.2 Problematização.....	89
4.7.1.3 Atividade 2.....	93
4.7.1.4 Atividade 3.....	99
4.7.1.5 Atividade 4.....	103
4.7.1.6 Atividade 5.....	105
4.8 SÉTIMO ENCONTRO – CONTINUAÇÃO DA OFICINA III .....	106
4.8.1 Atividade 6.....	106
4.9 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO FINAL.....	108
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>116</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>124</b>
<b>APÊNDICE A - MATERIAL UTILIZADO NAS DISCUSSÕES SOBRE CTS.....</b>	<b>133</b>
<b>APÊNDICE B - INTRODUÇÃO SOBRE SATÉLITES NA OFICINA I.....</b>	<b>140</b>
<b>APÊNDICE C - ATIVIDADES APLICADAS, MAS NÃO DISCUTIDAS.....</b>	<b>149</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O panorama observado nas escolas públicas do Estado do Paraná, no que se refere ao ensino e aprendizagem da Matemática tem se mostrado preocupante. De um lado encontram-se os alunos, que se justificam relatando que Matemática é um conhecimento de difícil compreensão. De outro lado, encontra-se o professor que justifica o não aprendizado dos alunos por vários motivos, os quais vão desde a falta de interesse por parte dos alunos, passando pela falta de investimentos financeiros mais contundentes na educação pelos órgãos responsáveis, desaguando na falta de preparo adequado durante sua formação para trabalhar com os diversos conteúdos matemáticos.

Diante dessas observações, reflexões em torno do ensino da Matemática foram surgindo por parte do professor-pesquisador desse trabalho, no intuito de poder contribuir com o ensino e aprendizagem de Matemática.

Dessa forma, a intenção foi de buscar uma estratégia diferenciada de ensino que pudesse romper com os direcionamentos extremamente tradicionais, aqueles que condensam o ensino da Matemática apenas na repetição, isto é, ao aluno é solicitado que resolva uma infinidade de exercícios com a mera aplicação de fórmulas, um ensino algorítmico sem objetivos. Logo, a preocupação residia em romper com esta maneira de ensinar, proporcionando então o aprendizado da Matemática de modo crítico, mas com embasamento teórico para que a criticidade residisse, principalmente, no entorno social do aluno na expectativa de possíveis mudanças.

Sendo assim, considerando que a Matemática está presente nas diversas áreas do conhecimento e que isso deve ser elemento propulsor para a criação ou elaboração de estratégias de ensino que contemplem de forma eficaz a aprendizagem, as reflexões foram se concretizando por esse viés.

Com base em consultas bibliográficas foram encontrados os direcionamentos dados pelo documento Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), o qual menciona, de modo geral, que o ensino de Matemática deve ocorrer de forma abrangente e catalisadora, envolvendo a Matemática com as demais ciências e com a tecnologia. Este ensino deve proporcionar ao educando a possibilidade de fazer ligações com as Ciências da Natureza e as Sociais de modo que se torne crítico e ético, consciente de sua existência, buscando a transformação social.

Frente a esses fatos as reflexões foram tomando um formato mais expressivo, porém as consultas bibliográficas não foram suficientes para que houvesse uma mudança

considerável no ensino da Matemática, as dificuldades esbarravam na falta do conhecimento mais aprofundado dos conceitos envolvendo a ciência e a tecnologia. Entretanto, depois da inserção no curso de mestrado profissional do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus de Ponta Grossa, houve a possibilidade de cursar a disciplina - Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS), na qual se vislumbrou o ensino da Matemática na perspectiva do enfoque CTS. Os direcionamentos presentes na referida disciplina ampliaram a capacidade de perceber a intrínseca relação existente entre a Ciência a Tecnologia e Sociedade com a Matemática. Isto foi de extrema importância para levar adiante as reflexões. Outro fator relevante foi a consonância de ideias encontradas entre o enfoque CTS e os PCNEM, as quais direcionam para a ampliação do ensino com a possibilidade de transpor as paredes da sala de aula, inserindo discussões éticas para que o aluno possa desempenhar a cidadania.

Autores como Gordillo e Galbarte (2002) reforçaram as reflexões ao mencionar que diante das descobertas e produções científicas e tecnológicas que a sociedade mundial tem experimentado, há uma preocupação crescente em integrar a ciência e a tecnologia visando o bem-estar da sociedade. Tal preocupação cresce em função dos acontecimentos no século XX que por um lado proporcionavam esperança e por outro, horrores. Esperança e horror se misturavam ao ver o homem conquistar o espaço ao mesmo tempo em que as bombas nucleares e o poder bélico ameaçavam destruir o mundo. Logo, componentes curriculares como a ética e a cidadania tornam-se indispensáveis para a discussão dos resultados do progresso. Tais componentes estariam a serviço da educação para formar cidadãos conscientes e com capacidade de pensar no bem-estar coletivo.

No mesmo sentido referindo-se à educação, Grinspun (1999) menciona que deve haver a capacitação dos educandos para um novo cenário globalizado. Esta capacitação promove o desenvolvimento de competências e habilidades para a tomada de decisão nos processos que envolvem a ciência e a tecnologia e suas implicações na sociedade.

Durante as consultas bibliográficas realizadas também foi possível ter o contato com a Educação Matemática Crítica, a qual possui direcionamentos educacionais para o ensino da Matemática concatenados com aqueles presentes no enfoque CTS e nos PCNEM.

Foi possível perceber que o enfoque CTS, a Educação Matemática Crítica (EMC) e os PCNEM mencionam a ética e a cidadania, propõem a discussão e o despertar do cidadão para os aspectos políticos e sociais, na tentativa de tornar este cidadão engajado nas tomadas de decisões que envolvam assuntos polêmicos ou a inserção de aparatos tecnológicos que possam provocar algum benefício ou malefício para a sociedade. Percebe-se aí a convergência

de ideias, principalmente no que se refere à maneira de considerar os aspectos educacionais, consideração esta, que leva em conta o processo dialógico de ensino, a questão da democracia no espaço escolar e na vida cotidiana.

Superar o ensino da Matemática nos moldes tradicionais, onde o professor expõe o conteúdo, exemplifica uma situação e aplica exercícios repetitivos, com o objetivo de que o aluno fixe o conteúdo e tenha o indício de certeza, é um desafio. Entende-se que a Matemática ensinada apenas dessa maneira pode tornar-se cansativa, desinteressante e inútil, no entanto, esse modo de ensinar parece estar muito arraigado nas estratégias dos professores.

Nesse aspecto, a Matemática ensinada na escola, a qual está presente no currículo e deve ser ensinada, é aquela que deve possibilitar ao aluno, conforme os PCNEM, a sua percepção como um sistema composto por “códigos e regras que a tornam uma linguagem de comunicação de ideias e permite modelar a realidade e interpretá-la”. Os PCNEM ainda mencionam que “os números e a álgebra como sistemas de códigos, a geometria na leitura e interpretação do espaço, a estatística e a probabilidade na compreensão de fenômenos em universos finitos são subáreas da Matemática especialmente ligadas às aplicações” (BRASIL, 2000, p. 40).

Assim, a Matemática se configura em conhecimento amplo, que deve proporcionar aos alunos as possibilidades, dentre outras, de se apropriarem do conhecimento matemático, procedimentos e estratégias, tornando-se aptos a desenvolverem estudos futuros adquirindo uma formação científica geral. Igualmente que possam utilizar esse conhecimento nas mais diversas situações, para interpretar as atividades da ciência e da tecnologia, bem como nas atividades do cotidiano com opinião, expressão crítica e espírito criativo.

Nessa perspectiva está ancorada a Educação Matemática Crítica (EMC) e ao utilizar seus direcionamentos educacionais para o ensino da Matemática, torna-se necessário assumir a postura inerente à própria EMC, aquela que mostra a Matemática presente no cotidiano não apenas dos alunos nas escolas, mas a todo o momento em todos os lugares para toda a sociedade. As indumentárias da Matemática são muitas e algumas podem realmente ser consideradas difíceis de serem compreendidas ou localizadas. No entanto, o aluno não pode ser privado de, pelo menos, saber que a Matemática está presente, por exemplo, nos códigos de barras, nos exames de ressonância magnética e laboratoriais, nas telas dos computadores, na criptografia, nas imagens de satélites, entre outras situações.

Todos os exemplos citados são exemplos de tecnologias, mas é a Matemática a base ou a balizadora para essas tecnologias, as quais assumem o formato de modelos matemáticos

e esses modelos estão inseridos na sociedade, em muitos aspectos e em vários lugares, é suficiente um olhar mais aguçado para identificá-los sob a indumentária que os revestem.

Os modelos matemáticos são utilizados com muita frequência para tomar decisões e formatar a realidade, excluindo do ser humano a possibilidade de intervir. Por exemplo, em uma avenida são instalados radares eletrônicos para controlar a velocidade máxima dos automóveis, deste modo, quem ultrapassar a velocidade permitida será multado por meio das imagens, geralmente fotografadas, que foram coletadas por esse sistema modelado para essas situações. Caso no mesmo local em que foi instalado o suposto radar ficasse um guarda de trânsito, é muito provável que o volume de multas não seria o mesmo, porém a maneira de pensar do cidadão remete à crença no modelo de controle tecnológico como mais eficaz, sem refletir sobre o objetivo real para a implantação do aparato para controle do tráfego. Para Skovsmose (2007) a educação Matemática possui algumas conexões entre o sistema escolar, o conteúdo de aprendizagem e o desenvolvimento tecnológico. A Matemática parece, segundo o autor, facilitar um modo de pensar, planejar e operar que contribui com a superestrutura tecnológica da sociedade.

Os indícios de certeza promovidos pela Matemática conduzem os alunos a pensar sem questionar e, se eles não questionam, é porque não refletem sobre a situação, o que fatalmente os conduzirá a tomar decisões errôneas.

Isso se torna mais problemático frente à existência da aliança entre a Ciência, Tecnologia e a Matemática que pode ser apresentada sob um formato manipulador que incide sobre a maneira com que as pessoas concebem a realidade. O que se pretende é educar para que não haja a manipulação, assim a pessoa crítica e reflexiva não será tolhida de interpretar as formas de convívio social, político e econômico.

Assim, da mesma maneira que a Ciência e a Tecnologia, a Matemática também provoca impactos na sociedade, tanto a ciência quanto a tecnologia estão imbuídas de Matemática, isso precisa ser mostrado para o educando na sala de aula, pois é a escola o primeiro espaço para o cidadão discutir e desvendar os supostos “mistérios” inerentes à Ciência, à Tecnologia e à Matemática.

Com a utilização da EMC existe a oportunidade de dinamizar o ensino da Matemática, pois os direcionamentos dados para a realização dos trabalhos envolvem de início, estabelecer um ambiente democrático, isto é, o professor deverá estabelecer os critérios para proceder aos trabalhos junto aos alunos, convidando-os. Nesse ponto, os alunos começarão a desenvolver a capacidade de escolha em grupo, pois unidos em torno de um assunto comum tendem a despertar o senso democrático.

As atividades propostas pelo professor sob a perspectiva da EMC devem proporcionar ainda a investigação. Ao investigar para chegar aos resultados o aluno poderá perceber a Matemática sob vários aspectos, com a possibilidade de avaliar como, onde e por que ela está sendo utilizada. Nessa perspectiva de ensino da Matemática, deverá ser considerada a abertura para discussões em torno do assunto estudado, ou seja, o processo de ensino da Matemática é dialógico e vislumbra a reflexão e a tomada de decisão, com a intenção de voltar o olhar do aluno para o contexto social, político e econômico em que vive.

Diante da exposição dos direcionamentos dados pela EMC, percebe-se que a proposta de ensino toma rumos diferentes daquelas utilizadas geralmente. A proposta da EMC está em consonância com as competências e habilidades presentes e sugeridas pelos PCNEM. A condição mais importante para o ensino, indicada pelos PCNEM, é que os trabalhos educacionais aconteçam buscando a conectividade entre diversos campos do conhecimento. Nos PCNEM a sugestão é que os trabalhos envolvendo a Matemática, a ciência e a tecnologia aconteçam com as devidas conexões, apresentando ao aluno como ocorre tal ligação, se existe uma dependência entre elas, caso contrário, que sejam então apresentadas suas inter-relações.

Diante dessa situação, envolvendo a Matemática com a ciência e a tecnologia, surgem reflexões em torno de novas estratégias para o ensino. Bastante coerente com os fatos esboçados nos PCNEM é a proposta de ensino sob o enfoque CTS. Ao mencionar tal enfoque (BAZZO, 2002, p. 93) diz que “em linhas gerais, CTS pode ser entendido como uma área de estudo onde a preocupação maior é tratar a ciência e a tecnologia tendo em vista suas relações, consequências e respostas sociais”. Ressalta-se que o enfoque CTS com fatos ou assuntos controversos também proporciona um ambiente mais dinâmico para o aprendizado.

O enfoque CTS possui três modalidades que podem ser utilizadas para a elaboração de metodologias ou atividades para o ensino: a) enxerto CTS; b) Ciência e tecnologia por meio de CTS; c) CTS puro. Neste trabalho o enfoque CTS utilizado foi sob a modalidade de enxerto que é definido, segundo Pinheiro (2005), pela introdução de temas CTS nas disciplinas de ciências, proporcionando discussões e questionamentos do que seja ciência e tecnologia. A escolha também ocorreu devido ao fato de alguns projetos desenvolvidos sob o enfoque CTS na modalidade de enxerto terem apresentado sucesso, dentre eles podem ser citados, nos Estados Unidos o projeto *Harvard Project Physics* e na Europa o projeto SATIS (*Science and Technology in Society*), Pinheiro (2005).

A postura de ensino sob o enfoque CTS é bastante interessante e pelas consultas bibliográficas realizadas durante a elaboração desse trabalho foi possível perceber que a perspectiva CTS tende a acrescentar muito para o ensino da Matemática. Com a utilização do

enfoque CTS o professor passa a ser o autor de suas aulas deixando de lado a utilização apenas do livro didático. Desse modo, haverá reflexões e discussões mais acirradas em torno do ensino da Matemática, que seja possível perceber que ela está diretamente ligada à ciência e à tecnologia, que tal ligação pode trazer implicações ao contexto social.

Os argumentos apresentados até aqui deram sustentação para que o conteúdo específico da Matemática, medidas de áreas, fosse tratado por meio de atividades que proporcionassem comparações entre a unidade em estudo com a grandeza medida, de maneira crítica envolvendo debates e discussões. A aprendizagem do conteúdo envolvendo medidas de superfícies de áreas perpassa, praticamente, todo o período de estudos dos alunos da educação básica, nos anos finais do ensino fundamental, com o objetivo de que o aluno avance para o Ensino Médio com a clareza do que é uma superfície de área. Entretanto, parece não ser isso o que acontece, percebe-se que os educados não conseguem fazer uma relação entre a unidade de medida e o que está sendo medido.

As atividades desenvolvidas unindo o enfoque CTS e a Educação Matemática Crítica se configuram em uma metodologia que objetiva fazer com que o aprendizado se torne mais crítico, por ter mais bases teóricas e proporcionar um ambiente democrático que envolva o debate de temas controversos, sem perder o foco no conteúdo matemático a ser ensinado.

## 1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

A questão problematizadora que originou essa pesquisa foi: Que contribuições o enfoque CTS, por meio da educação Matemática crítica, proporciona à aprendizagem de medidas de áreas?

## 1.2 OBJETIVO GERAL

Analisar as contribuições do enfoque CTS, por meio da educação Matemática crítica, para a aprendizagem de medidas de áreas.

## 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Intervir no ensino de Matemática utilizando a modalidade de enxerto do enfoque CTS e os direcionamentos da Educação Matemática Crítica.

- Verificar a aprendizagem dos conceitos de medidas de áreas planas, utilizando imagens de satélites como recurso didático.
- Elaborar um material didático de apoio ao professor contendo imagens de satélites e textos, passíveis de análises sobre o conteúdo matemático de áreas de superfícies planas, disponíveis em endereços eletrônicos de órgãos públicos.

#### 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho de pesquisa apresenta-se organizado em quatro capítulos além do introdutório.

A partir do segundo capítulo, é apresentado o início da fundamentação teórica, trazendo a visão geral do enfoque CTS em suas particularidades, aplicações e implicações na Educação. Também é discutida a aplicabilidade do enfoque CTS no Ensino Médio por meio da visão dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). São discutidas as definições de Educação Matemática Crítica e suas metodologias. Neste capítulo é possível encontrar referências sobre os modelos matemáticos e o enfoque CTS, relacionando-os com as implicações na sociedade. Em seguida, discute-se o atual ensino de Matemática concatenado com a utilização de tecnologias e, posteriormente, são feitas algumas considerações sobre o ensino do conteúdo específico medidas de áreas sob o enfoque CTS. Alguns pontos sobre o referido enfoque são mencionados na formação de professores.

No terceiro capítulo é apresentada a metodologia para a aplicação da pesquisa. Estão descritos o local e a estrutura da Universidade onde a pesquisa foi aplicada, também são apresentados os procedimentos utilizados para a coleta de informações.

No quarto capítulo encontra-se a aplicação da pesquisa e a discussão dos resultados frente aos dados coletados.

No quinto capítulo são apresentadas as considerações finais a respeito do trabalho, algumas observações sobre as limitações encontradas e as implicações para futuras pesquisas.

## 2 O ENFOQUE CIÊNCIA TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS)

Ciência, Tecnologia e Sociedade – (CTS) é mais do que uma simples composição desses três termos, é uma perspectiva ou movimento que dá ênfase à existência de importantes ligações entre eles. No mesmo sentido a definição de CTS, conforme Pinheiro (2005), está pautada nas inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade, que constitui um campo de trabalho voltado para as investigações acadêmicas e para as políticas públicas. Fundamenta-se em correntes investigativas da Filosofia e Sociologia da Ciência e pode surgir sob o formato de reivindicação populacional no sentido de participar de modo mais intenso e democrático em decisões, envolvendo o contexto científico e tecnológico no qual essa população está inserida.

No decorrer da História da humanidade a ciência e a tecnologia têm sido determinantes nos modelos da vida social. Isso implica em dizer que, do mesmo modo, historicamente, os modelos da vida social são determinantes do desenvolvimento científico e tecnológico.

No contexto histórico entre a década de 1960 e 1970, o poder público mostra interesse em participar nas decisões de modo à intervir no desenvolvimento da techno-ciência, com o interesse de administrar os impactos ambientais sobre o próprio meio e, também, sobre a sociedade. Neste período, houve uma reação acadêmica frente aos movimentos sociais e à política da época, que passa a ser conhecida, de modo geral, como estudos sociais da ciência e da tecnologia, ou ainda como CTS. Para essa reação acadêmica convergiam diferentes campos do conhecimento humano em três eixos, que conforme Bazzo, Linsingen e Pereira (2003) que podem ser classificados da seguinte maneira:

- a) No campo da pesquisa social sobre o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, entendido como um processo desencadeado por fatores culturais, políticos, sociais e epistemológicos.
- b) No campo das políticas públicas e modos de regulação das atividades da ciência e tecnologia, como determinantes nos modos de vida da sociedade. Preocupa-se então, com as consequências sociais e ambientais acarretadas pelo desenvolvimento da ciência e tecnologia.
- c) No campo da educação, utilizando-se dos mecanismos educacionais para promover a avaliação e o controle social do desenvolvimento científico e

tecnológico. Isto é, proporcionar por meio da educação uma base sólida e senso crítico sobre tal desenvolvimento.

De acordo com Garcia et al (1996) são citados três períodos importantes que caracterizaram a relação entre ciência, tecnologia e sociedade. O primeiro pode ser caracterizado pelo otimismo diante das grandes novidades apresentadas pela ciência e pela tecnologia após a segunda guerra mundial. O segundo período caracteriza-se pelo estado de atenção entre os anos de 1950 e 1960, quando começam a aparecer os resultados dos desastres de uma tecnologia fora de controle: a bomba atômica, a guerra do Vietnã entre outras. O terceiro período é um momento caracterizado pela influência da sociedade contra a autonomia científico-tecnológica, iniciada por volta de 1969, estendendo-se até os dias atuais, como uma reação aos problemas que a ciência e a tecnologia podem trazer para a sociedade. (PINHEIRO, 2005).

É possível observar que o movimento CTS surgiu de modo significativo no que se refere à necessidade básica do cidadão em obter o conhecimento dos próprios direitos e obrigações, isto é, possuir uma visão crítica da realidade social em que está inserido, transformando-a e dispondo-se a melhorá-la, segundo Acevedo Díaz et al (2002).

Um aspecto destacado por Auler (2002) indica que a origem do movimento CTS está ligada ao questionamento do modelo de decisão tecnocrático, postulando uma participação da sociedade no direcionamento dado à atividade científico-tecnológica, reivindicando assim, decisões mais democráticas.

Portanto, “o enfoque CTS busca entender os aspectos sociais do desenvolvimento tecnocientífico, tanto os benefícios que esse desenvolvimento possa estar trazendo, como também, as consequências sociais e ambientais que poderá causar” (PINHEIRO, 2005, p. 29).

Um dos diferenciais do século XX comparado a qualquer outro momento histórico “é a multiplicação dos conhecimentos científicos e a radical transformação tecnológica das condições da vida humana” (GORDILLO; CEREZO, 2011, p.1), o que se evidencia com os avanços científicos e tecnológicos, principalmente na área de comunicações, presente no cotidiano das pessoas pelas diversas mídias que se encarregam de disseminar os avanços nas áreas de saúde e desenvolvimento agrícola, por exemplo.

Bazzo (1998) observa que uma parcela da sociedade recebe um ‘bombardeio’ de informações diariamente que dizem respeito à ciência e à tecnologia e que estas são concebidas como libertadoras em si mesmas, isto é, proporcionariam ao homem adaptação ao meio em que vive, liberdade intelectual, bem-estar e felicidade, liberdade política. O mesmo autor comenta que, conceber a tecnologia como uma divindade é um comportamento

enraizado na época contemporânea desde o início da vida escolar. E ainda conclui que “a lógica primordial do comportamento humano é a lógica da eficácia tecnológica; suas razões são as razões da ciência” (BAZZO, 1998). Isso é calcado na exacerbação da legitimidade da ciência e da tecnologia, suas produções ou produtos são oferecidos em um comércio que evidencia suas qualidades, embasadas em depoimentos “científicos” (BAZZO, 1998).

O autor chama a atenção para a visão linear de progresso científico e tecnológico que além do avanço no conhecimento e independente das condições de suas aplicações, fariam felizes os homens, no entanto, constata que:

Esta visão, que é notória no entendimento do senso comum, felizmente tem-se alterado para um número cada vez mais expressivo de pessoas que veem nela um mito que precisa ser trabalhado para sua erradicação. Essas pessoas começam a ter clara consciência de que a ciência e a tecnologia têm feito o homem mais feliz, mas que, junto com isto, possuem a capacidade de também destruí-lo. (BAZZO, 2002, p.117).

Aqui, o autor faz um apontamento sobre a superação dessa visão tradicional da ciência e da tecnologia conhecido como modelo linear ou tradicional de progresso, apresentado por Auler (2002) como um conceito positivista da ciência e da tecnologia que pode ser expressa por meio da equação: mais ciência é igual a mais tecnologia que é igual a mais riqueza que é igual a mais bem-estar social. Tal equação daria sustentação a alguns mitos de que a ciência e a tecnologia, com autonomia garantida, seriam suficientes para produzir e fornecer o bem estar à sociedade.

Para Bazzo, Linsingen e Pereira (2003) estes mitos podem ser descritos como: mito de benefício infinito – o progresso da ciência e da tecnologia conduz, sem dúvida, a uma maior quantidade de benefícios sociais; mito da investigação sem limite – qualquer linha de pesquisa científica poderá trazer benefícios sociais; mito da rendição de contas – a arbitragem por pares é suficiente para dar conta das responsabilidades morais e intelectuais no sistema; mito da fronteira sem fim – as descobertas ou produções científicas e/ou tecnológicas são autônomas com relação às suas aplicações.

Sobre o conceito positivista (linearidade), Palacios, Otero e Garcia (1996) indicam que neste modelo a ciência e a tecnologia seriam reconhecidas como neutras, pois tal conceito sustenta a faceta de, trazer somente, bem-estar social.

No modelo linear a tecnologia surge como uma aplicação da ciência, então ao se considerar a ciência como neutra logo a tecnologia também o será. (PINHEIRO, 2005).

Ainda sobre a neutralidade atribuída à ciência e à tecnologia, em consonância com os autores já mencionados, ela pode ser classificada como:

a) neutralidade ontológica – ciência e tecnologia não modificam o mundo, deixam as coisas como estão; b) neutralidade gnosiológica – as ciências são objetivas e compatíveis entre si, sem conflitos entre os conteúdos; c) neutralidade axiológica – os conhecimentos científicos e tecnológicos estão livres de valores e isentos de deformações ideológicas. (TUÑÓN et al, 2001, p.31).

Essa neutralidade, como já mencionado em Bazzo (2002), parece estar sendo superada, se deteriorando frente à capacidade de informação presente no cotidiano das pessoas.

Seria oportuno fazer algumas considerações mais especificamente sobre a tecnologia: existem três concepções atuais na doutrina a respeito da função social da tecnologia, as quais são classificadas como, visão otimista, visão pessimista e a visão moderada da tecnologia. Para os visionários otimistas da tecnologia, ela tem finalidades que garantem o bem-estar social, é fundamental para o progresso e, por consequência, implica no desenvolvimento e no progresso científico. Aqueles que possuem uma visão pessimista da tecnologia acreditam que ela é responsável pela destruição da vida e do planeta, defendem que, se o desenvolvimento tecnológico continuar ocorrendo não haverá reversão no panorama de destruição. A visão moderada é aquela que “prega a necessidade de repensar a direção dada à tecnologia hoje, advertindo sobre a necessidade de minimizar os riscos sem, contudo, abdicar dos benefícios que a tecnologia propicia à humanidade” (SILVEIRA, 2007, p. 47-48). Ressalta-se que, para esse trabalho, utilizar-se-á a postura citada na visão moderada sobre a tecnologia, uma vez que essa perspectiva ou visão parece ser mais tolerável para inserir discussões educacionais que tenham como aporte a democracia em sala de aula.

A preocupação em discutir os benefícios e as consequências do desenvolvimento da ciência e da tecnologia e da relação entre a ciência, tecnologia e sociedade, na busca de novas alternativas para entender o desenvolvimento científico-tecnológico, apresentava os focos principais na América do Norte e Europa. Para Garcia et al (1996), pode-se classificar a origem das questões e discussões sobre ciência, tecnologia e sociedade em duas vertentes, uma denominada tradição europeia e outra tradição americana.

## 2.1 AS TRADIÇÕES CTS

A tradição europeia, denominada também de acadêmica, teve em sua origem uma institucionalização com direcionamentos acadêmicos. Trata-se de uma tradição de investigação acadêmica mais que educativa ou de divulgação da ciência e da tecnologia. Pauta-se com mais ênfase na ciência, em explicar a origem e as mudanças das teorias científicas, portanto, na ciência como processo (GARCIA et al, 1996).

A tradição americana ou social apresenta-se centrada em uma ação de caráter mais prático ou social, por isso recebeu tal denominação, desenvolveu-se nos Estados Unidos. Enquanto movimento social, possuindo partícipes como grupos pacifistas, ativistas dos direitos humanos, associações de consumidores e outros grupos que tinham relação com reivindicações sociais, preocupava-se com as consequências sociais e ambientais oriundas dos produtos tecnológicos. Possuía, portanto, maior ênfase na tecnologia, que era interpretada como um produto capaz de trazer influência para a estrutura e dinâmica da sociedade (GARCIA et al, 1996).

Atualmente, no entendimento de Garcia et al (1996), é possível dizer que esta divisão inicialmente importante, está superada, mas no início das discussões. Portanto, os estudos em Ciência, Tecnologia e Sociedade abarcam uma diversidade de programas filosóficos, sociológicos e históricos, os quais, na dinâmica dimensão social da ciência e da tecnologia, compartilham alguns núcleos comuns, tais como a rejeição da imagem de ciência como atividade pura e neutra; crítica ao conceito de tecnologia como ciência aplicada e, neutra na promoção da participação pública na tomada de decisão.

Gordillo et al (2001) no Quadro 1, fazem uma comparação entre as duas tradições e entre a concepção herdada de ciência e tecnologia.

<b>CONCEPÇÃO HERDADA</b>	<b>CONCEPÇÃO CTS</b>
A ciência é o conhecimento que revela a realidade.	Desenvolvimento científico-tecnológico é um processo social como os outros.
A ciência é objetiva e neutra. Não há interesses ou fatores subjetivos em seus conteúdos.	As mudanças científico-tecnológicas têm importantes efeitos na vida social e na natureza.
A história da ciência consiste na acumulação de conhecimentos objetivos à margem das condições externas.	Compartilhamos um compromisso democrático.
A tecnologia é a aplicação prática dos conhecimentos científicos.	Devem-se promover avaliações e controle social do desenvolvimento científico-tecnológico.

**Quadro 1 - Comparação entre as concepções sobre ciência e tecnologias**

**Fonte: Gordillo et al (2001, p. 161)**

É notório que as relações entre ciência, tecnologia e sociedade são históricas e assim continuarão. Para Fourez (1995, p. 207), “na medida em que a ciência é sempre um ‘poder fazer’, certo domínio da natureza, ela se liga, por tabela, ao poder que o ser humano possui um sobre o outro”. Aqui é possível citar que complexas inter-relações CTS continuarão a se constituir, como houve com o anticoncepcional, a robótica industrial com interesse de aumento de produção, antibióticos entre outros.

Logo, fica evidente que, a ciência e a tecnologia provocam impactos nas diversas áreas sociais. Tais impactos entendidos como aplicações e implicações da ciência e da tecnologia devem ou deveriam ser discutidos no bojo da sociedade. Para isso, políticas públicas devem ser efetivadas tornando possível a participação dos cidadãos nas tomadas de decisão em torno destas aplicações e implicações. Aqui é importante destacar a necessidade de o enfoque CTS estar presente no contexto educacional, dando ênfase à alfabetização científica e tecnológica.

## 2.2 O ENSINO E APRENDIZAGEM COM O ENFOQUE CTS

De acordo com Gordillo et al (2001) as relações entre a ciência e a tecnologia são variadas e muitas vezes com alto nível de complexidade, as quais afetam, bem ou mal, diversos campos da sociedade, industrial, comercial, pessoal, ambiental entre outros. O mesmo autor afirma que a população, ao apropriar-se dos assuntos que dizem respeito à ciência e à tecnologia, terá condições de participar ativamente no processo de tomada de decisão, principalmente política, sobre os impactos dos conhecimentos científicos e tecnológicos que incidem sobre a sociedade, e que tal apropriação deve acontecer principalmente na escola. Portanto, torna-se necessário que o cidadão em qualquer instância da sociedade adquira e se aproprie do conhecimento que integra essas relações, para que possa participar de modo atuante nas tomadas de decisão que as envolvam.

Um dos objetivos do ensino com enfoque CTS é promover a aprendizagem de maneira holística, isto é, proporcionar ao estudante uma visão global dos conhecimentos científicos e tecnológicos promovendo a integração com o entorno social (AULER; BAZZO, 2001). Para o Ensino Médio, os estudos CTS objetivam levar o educando a discutir e entender o que é ciência, o que é tecnologia, bem como, identificar seus impactos na sociedade.

Desde o início do movimento CTS, há mais de trinta anos, um dos principais campos de sua investigação e ação social tem sido o educativo. Nesse campo de investigação, que comumente chamamos de “enfoque CTS no contexto educativo”, percebemos que ele traz a necessidade de renovação na estrutura curricular dos conteúdos, de forma a colocar a ciência e a tecnologia em novas concepções vinculadas ao contexto social. (PINHEIRO, 2005, p.40).

Muitos outros autores colaboraram e ainda discutem a implementação mais contundente do enfoque CTS nos conteúdos curriculares das diversas áreas do conhecimento, com o objetivo central de proporcionar aos estudantes um maior poder na tomada de decisão com relação aos aspectos sociais e morais da sociedade dentre eles podem ser citados: Angotti, Bastos e Mion (2001), Rezaei e Katz (1998), Silva et al (1999), Cerezo (1999), Vilches e Furió (1999), Silva, Barros Filho e Lacerda Neto (2000), Sebastián (2000), Acevedo Díaz (1998, 2002), Bazzo (2002), Osório (2002), Colombo e Bazzo (1998), Calatayud (2003), Iglesia (1997).

Para Gordillo et al (2001), pode-se resumir em dois princípios os objetivos de ensino CTS, o primeiro seria a análise e o segundo a desmistificação das funções da ciência e da tecnologia, desse modo elas seriam acessíveis e interessantes aos cidadãos, considerando também a aprendizagem social, possibilitando sua participação nas decisões relacionadas com os temas científicos e tecnológicos.

De acordo com as informações obtidas dos autores citados nos dois parágrafos imediatamente anteriores, entre outros não menos importantes, o trabalho educacional desenvolvido sob o enfoque CTS está sendo disseminando pelos espaços escolares do país, nesse sentido torna-se necessário, levar este conhecimento de forma abrangente a todas as escolas brasileiras. A respeito de um conhecimento educacional abrangente e engajado vale citar que:

[...] segundo uma perspectiva educacional abrangente, o papel mais importante a ser cumprido pela educação formal é o de habilitar o aluno a compreender a realidade (tanto do ponto de vista dos fenômenos naturais quanto sociais) ao seu redor, de modo que ele possa participar de forma crítica e consciente dos debates e decisões que permeiam a sociedade na qual se encontra inserido. É esta a perspectiva que fundamenta os argumentos a favor da alfabetização científica da população em geral, que fornece um fundamento racional sólido para que o ensino das ciências se torne cada vez mais relevante para um público cada vez mais amplo. (SOUZA CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2001, p.171).

Ao ampliar as possibilidades do educando, baseando-se em um ensino de qualidade, de tomar para si mais preocupações sobre seu entorno, entendendo a ciência e a tecnologia

numa perspectiva não ufológica, porém imbuída de significados reveladores e propulsores, fornece perspectivas a esses jovens de um futuro melhor, com mais igualdade. Para essa ampliação são dadas algumas orientações: para que o trabalho com o enfoque CTS seja promissor, são recomendados nove aspectos a serem considerados e que podem ser observados no Quadro 2.

ASPECTOS CTS	ESCLARECIMENTOS
1- Natureza da ciência	1- Ciência é uma busca de conhecimentos dentro de uma perspectiva social.
2- Natureza da Tecnologia	2- Tecnologia envolve o uso do conhecimento científico e de outros conhecimentos para resolver problemas práticos. A humanidade sempre teve tecnologia.
3- Natureza da Sociedade	3- A sociedade é uma instituição humana na qual ocorrem mudanças científicas e tecnológicas.
4- Efeito da Ciência sobre a Tecnologia	4- A produção de novos conhecimentos tem estimulado mudanças tecnológicas.
5- Efeito da Tecnologia sobre a Sociedade	5- A tecnologia disponível a um grupo humano influencia grandemente o estilo de vida do grupo.
6- Efeito da Sociedade sobre a Ciência	6- Por meio de investimentos e outras pressões, a sociedade influencia a direção da pesquisa científica.
7- Efeito da Ciência sobre a Sociedade	7- Os desenvolvimentos de teorias científicas podem influenciar o pensamento das pessoas e as soluções de problemas.
8- Efeito da Sociedade sobre a Tecnologia	8- Pressões dos órgãos públicos e de empresas privadas podem influenciar a direção da solução do problema e, em consequência, promover mudanças tecnológicas.
9- Efeito da Tecnologia sobre a Ciência	9- A disponibilidade dos recursos tecnológicos limitará ou ampliará os progressos científicos.

**Quadro 2 - Os nove aspectos da abordagem CTS**

Fonte: Santos e Schnetzler (2003, p. 65)

Com as recomendações relativas ao Quadro 2, o enfoque CTS sendo utilizado como modalidade de ensino possibilita em alguns momentos envolver os conteúdos disciplinares, em outros de ser envolvido por eles, esta aliança acontece no processo dialógico e interdependente dos assuntos inerentes ao processo de ensino/aprendizagem. (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007); (ZAUITH; OGATA, 2009).

O enfoque CTS é apresentado sob três modalidades: introdução de CTS nos conteúdos das disciplinas de ciências (enxerto CTS); a ciência vista por meio de CTS; e CTS puro. Para esse trabalho a modalidade utilizada foi a de Enxerto CTS. Os autores mencionam de maneira clara os objetivos dessas três modalidades, as quais podem ser observadas no Quadro 3.

- |   |
|---|
| <p>a) Enxerto CTS: introduzir temas CTS nas disciplinas de ciências, abrindo discussões e questionamentos do que seja ciência e tecnologia. Nos Estados Unidos podemos citar o projeto Harvard Project Physics e, na Europa, o projeto SATIS (Science and Technology in Society) que englobam essa modalidade.</p> <p>b) Ciência e tecnologia por meio de CTS: estruturar o conteúdo científico por meio do CTS. Essa estruturação pode acontecer numa só disciplina ou por meio de trabalhos multidisciplinares e interdisciplinares. Pode-se ver esse tipo de trabalho no PLON (Projeto de Desenvolvimento Curricular em Física), trabalhado na Holanda.</p> <p>c) CTS puro: ensinar ciência, tecnologia e sociedade por intermédio do CTS, no qual o conteúdo científico tem papel subordinado. O projeto mais conhecido nessa modalidade é o SISCON (Studies in a Social Context), na Inglaterra.</p> |
|---|

**Quadro 3 - Resumo das três modalidades CTS**  
**Fonte: Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007, p. 76-77)**

A intenção das modalidades CTS é promover uma interação entre professor e aluno, de maneira dialógica, para que a introdução dos estudos sob o enfoque CTS seja propulsora da curiosidade e senso crítico do educando. (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007).

Ainda no contexto educacional, essa pesquisa procurou fundamentação nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). O documento citado apresenta orientações sobre a inserção da ciência e da tecnologia no ensino das diversas disciplinas do currículo.

### 2.3 O ENFOQUE CTS NO ENSINO MÉDIO E OS PCNEM

Para verificar a importância da Ciência e da Tecnologia no contexto educacional do Ensino Médio, de maneira que contemple o aprendizado para alunos desse nível de ensino, foi consultada a primeira parte dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), que diz respeito às Bases Legais, inerentes a todas as áreas do conhecimento expostas nos referidos Parâmetros da seguinte maneira: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias e Ciências Humanas e suas Tecnologias. Os PCNEM justificam e explicam esta maneira de apresentar as diversas disciplinas do currículo do modo a seguir:

A estruturação por área de conhecimento justifica-se por assegurar uma educação de base científica e tecnológica, na qual conceito, aplicação e solução de problemas concretos são combinados com uma revisão dos componentes socioculturais orientados por uma visão epistemológica que concilie humanismo e tecnologia ou humanismo numa sociedade tecnológica. (BRASIL, 2000, p.19).

A preocupação parece estar voltada para um processo educacional que contribua para a humanização do educando, o que aparenta é que o modelo econômico capitalista vem impregnando a mídia com facilidades de consumo, fazendo com que as pessoas se enxerguem como consumidoras esquecendo-se que são seres humanos. Uma proposta de educar seguindo critérios críticos parece ser a principal característica do enfoque CTS frente a uma sociedade imersa na tecnologia.

Nas Bases Legais é mencionado “o papel da educação na sociedade tecnológica”, neste tópico dos PCNEM, são discutidos vários aspectos concernentes, lidos nas entrelinhas, à Ciência, Tecnologia e Sociedade como, por exemplo, que o Ensino Médio, traga uma formação geral, oposta àquela formação específica, que seja despertado no educando as capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las e ainda, a capacidade de aprender, criar, formular, invertendo o simples exercício de memorização. (BRASIL, 2000). No mesmo texto podem ser encontradas observações importantes no que se refere à concatenação de ideias e objetivos entre os PCNEM com a Educação com o enfoque CTS, como segue.

A garantia de que todos desenvolvam e ampliem suas capacidades é indispensável para se combater a dualização da sociedade, que gera desigualdades cada vez maiores. De quais competências se está falando? Da capacidade de abstração, do desenvolvimento do pensamento sistêmico, ao contrário da compreensão parcial e fragmentada dos fenômenos, da criatividade, da curiosidade, da capacidade de pensar múltiplas alternativas para a solução de um problema, ou seja, do desenvolvimento do pensamento divergente, da capacidade de trabalhar em equipe, da disposição para procurar e aceitar críticas, da disposição para o risco, do desenvolvimento do pensamento crítico, do saber comunicar-se, da capacidade de buscar conhecimento. Estas são competências que devem estar presentes na esfera social, cultural, nas atividades políticas e sociais como um todo, e que são condições para o exercício da cidadania num contexto democrático. (BRASIL, 2000, p.11-12).

Aqui, é possível perceber a preocupação em obter uma educação reformulada e que possibilite uma discussão política e social, não alienada, colocando o estudante como ator social, em uma sociedade democrática.

Outro apontamento interessante é sobre os obstáculos a superar com a implementação de uma proposta curricular contemporânea que deverá incorporar como um dos seus eixos as tendências apontadas para o século XXI. “A crescente presença da ciência e da tecnologia nas atividades produtivas e nas relações sociais, por exemplo, que, como consequência, estabelece um ciclo permanente de mudanças, provocando rupturas rápidas, precisa ser considerada” (BRASIL, 2000, p.12).

Com a rapidez do progresso científico e tecnológico e a transformação dos processos de produção o conhecimento rapidamente é superado, exige-se, no entanto, a atualização contínua e a implantação de novas exigências para a formação do cidadão, “há, portanto, necessidade de se romper com modelos tradicionais, para que se alcancem os objetivos propostos para o Ensino Médio” (BRASIL, 2000, p.12).

Para Pinheiro (2005) o enfoque CTS destaca-se como, pedagogicamente próspero, para o trabalho educacional no Ensino Médio. Caracteriza-se por uma organização curricular preocupada com a organização conceitual e com uma preocupação em temas sociais, procurando desenvolver o senso crítico, por meio do estudo da ciência, voltando-se aos interesses da sociedade, buscando compreender as aplicações e implicações sociais dos conhecimentos científico e tecnológico.

A Base Nacional Comum também aponta que não há solução tecnológica sem o conhecimento científico e que, soluções tecnológicas podem proporcionar o surgimento de um novo conhecimento científico. Outrossim, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação n. 9394/96 (LDB), que ao destacar as diretrizes curriculares específicas do Ensino Médio, está preocupada com a proposta de apontar para um currículo de forma orgânica, superando a organização por disciplinas estanques propondo um processo permanente de interdisciplinaridade e transdisciplinaridade. Tal proposta consta no Art.36, no qual o currículo do Ensino Médio “destacará a educação tecnológica básica, a compreensão do significado da ciência, das letras e das artes; o processo histórico de transformação da sociedade e da cultura; a língua portuguesa como instrumento de comunicação, acesso ao conhecimento e exercício da cidadania”. (BRASIL, 1996).

Aqui, é possível mencionar os apontamentos de Pinheiro (2005) e Silveira (2007). Para os autores, o enfoque CTS possui um caráter interdisciplinar, significa dizer que tal fato afasta a falta de conexão entre os saberes. Os PCNEM buscam um ensino mais reflexivo e contextualizado que esteja em sintonia com o enfoque CTS que persegue também os objetivos de formar um cidadão crítico, capaz de interagir com a sociedade. Os mesmos autores destacam a investigação-ação como forte aliada dos envolvidos na prática educacional e que têm a intenção de melhorar sua compreensão sobre ela. Enfatizam também que os saberes já citados são necessários para que o educando possa estar inserido em uma sociedade moderna e tecnológica. E ainda complementam que tais saberes estejam voltados para o entendimento da ciência e da tecnologia, continuamente presente no meio social.

É notório o engajamento dos autores frente a uma nova concepção de educação para o ensino médio, este trabalho corrobora com os mesmos.

Voltando à LDB, a organicidade dos conhecimentos fica mais evidente ainda quando o Art. 36 estabelece, no parágrafo 1º, as competências que o aluno, ao final do Ensino Médio, deverá apresentar:

Os conteúdos, as metodologias e as formas de avaliação serão organizados de tal forma que ao final do ensino médio o educando demonstre:

I - domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna;

II - conhecimento das formas contemporâneas de linguagem;

III - domínio dos conhecimentos de Filosofia e de Sociologia necessários ao exercício da cidadania. (BRASIL, 1996)

De modo geral, ponderações gerais sobre a LDB mostram a necessidade de uma reorganização curricular comprometida, por um lado, com as novas significações do mundo do trabalho contextualizado na economia globalizada, de outro, com o educando que se apropriará desses conhecimentos, aprimorando-se, como sujeito ativo, no mundo do trabalho e na prática social. Tal conceito de currículo não elimina os conteúdos específicos do processo de ensino, considera-os como parte integrante de um processo global com a articulação de outras dimensões. Um bom argumento sobre a estreita relação entre a LDB, os PCNEM e o Enfoque CTS apresenta-se da seguinte maneira:

Enfim, a utilização do enfoque CTS no Ensino Médio não se reduz somente a mudanças organizativas e de conteúdo curricular: alcança também uma postura epistemológica. Ele parte do princípio no qual o objetivo do professor é a promoção de uma atitude criativa e crítico-reflexiva, ao invés de conceber o ensino como um processo de transmissão de informações por meio de “macetes” e memorização. Para que se atinja esse tipo de formação, será necessária uma nova postura frente aos conteúdos a serem estudados; afinal, a pretensão do enfoque CTS é buscar e incentivar a participação dos estudantes em conjunto com o professor. (PINHEIRO, 2005, p. 54-55).

A autora aborda a questão da inserção do enfoque CTS no Ensino Médio com bastante destreza, pois em suas colocações abarca todos os atores envolvidos no processo de ensino e aprendizagem em consonância com os direcionamentos apontados pelos PCNEM.

Portanto, entende-se que a aplicação de conteúdos específicos com o enfoque CTS é viável e enriquecedor, tende a proporcionar a visão ampla dos mecanismos que regem a vida humana nos dias atuais refutando, nas palavras de Freire (1983), a educação bancária e proporcionando a emancipação popular. Esse trabalho também corrobora com outro

posicionamento de Pinheiro (2005), no que se refere à abordagem da educação Matemática crítica com o enfoque CTS.

A mesma autora defende as ligações entre o enfoque CTS e a Matemática crítica. Embora não haja citações a respeito da educação Matemática crítica nos PCNEM, tal ligação pode ser interpretada da seguinte forma: A educação Matemática crítica está ligada à CTS, que por sua vez, está ligada aos PCNEM.

Neste tópico já foram apresentadas várias justificativas para a ligação CTS/PCNEM, no entanto, a relação entre CTS e Matemática crítica pode ser feita por meio da afirmação de Bazzo (1998), que afirma que:

Com a Escola de Frankfurt surge o terceiro enfoque através da teoria crítica de uma sociedade desenvolvida, que questiona o contexto social em que a tecnologia se encontra imersa. Este enfoque teve impulso definitivo através de Horkheimer e Adorno, os primeiros representantes desta linha de análise, criadores da expressão 'indústria cultural'. Eles criticavam, nesta linha, o fato tecnológico com seu caráter de razão instrumental e por isso alienadora do ser humano. Aparece, então, a tentativa de superar uma visão ingênua da tecnificação da sociedade como forma de progresso humano. (BAZZO, 1998, p. 211).

O mesmo autor continua suas inserções mencionando a importância, nesta análise, de Habermas "que coloca como problema fundamental o fato de se ter convencionado a ciência e a tecnologia na ideologia que sustenta o modelo social vigente que se baseia num sistema de dominação econômica"<sup>1</sup>.

Da escola de Frankfurt surge a Educação Crítica que chega ao Brasil por volta da década de 60 e dela ocorre o surgimento da Etno-Matemática, e da Educação Matemática Crítica.

Então, é possível perceber que tanto o enfoque CTS e a Matemática Crítica estão diretamente ligados. Em consequência disso, a Matemática Crítica poderá ser entendida como inclusa nos PCNEM.

Para um melhor entendimento, no próximo capítulo encontram-se algumas considerações sobre a Educação Crítica e Educação Matemática Crítica.

---

<sup>1</sup> Palacios, Otero e Garcia (1996 apud BAZZO, 1998, p. 212)

## 2.4 EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA

A Educação Matemática Crítica (EMC) descende da Educação Crítica, surgiu no Brasil no início da década de 80, sob o formato de um movimento preocupado com os aspectos políticos da educação Matemática, trazendo discussões diretamente ligadas com o tema poder. (SKOVSMOSE, 2001). Para compreender os direcionamentos que a EMC dá ao ensino de Matemática, apresenta-se, a seguir, uma síntese dos principais componentes da Teoria Crítica da Educação.

A principal característica da teoria crítica é a busca da emancipação popular. O homem, enquanto sujeito dessa teoria educacional, terá condições de propor mudanças sociais e políticas por meio de sua ação no mundo em que vive. Logo, a crítica busca desconstruir ideais implantados como verdades absolutas, que têm o objetivo de manter a ordem social e os modos de domínio da sociedade, propondo caminhos alternativos. Na educação crítica está presente um sentido político e envolvimento social em sua ação, com o objetivo final de desmascarar as relações de dominação (FREITAG, 2004).

A teoria crítica fundamenta-se nos estudiosos e teóricos da Escola de Frankfurt, expressão que diz respeito a um grupo de teóricos ou a uma teoria social, oriunda do trabalho destes intelectuais que formaram um grupo que possuía ideais marxistas não ortodoxos. Tinham o objetivo de documentar e teorizar movimentos operários da Europa, estando vinculados à Universidade de Frankfurt. (ANTUNES; RAMOS, 2000).

A teoria crítica é dividida, segundo Antunes e Ramos (2000) em quatro fases: no primeiro período a Escola foi marcada pelas convicções políticas de Max Horkheimer, que buscava consolidar o Instituto de Frankfurt. Em seus estudos e trabalhos desenvolvidos estava presente a preocupação em entender o porquê da classe operária não ter incorporado o seu destino histórico de revolucionar a ordem social estabelecida até aquele momento. (FREITAG, 2004). Entre 1933 e 1950 houve uma migração do Instituto Social para os Estados Unidos, iniciando a segunda fase da teoria crítica. Aqui, existia uma preocupação dos membros da escola em estarem voltados “para a solidariedade dos integrantes do grupo e para a solidificação da identidade do Instituto” (ANTUNES; RAMOS, 2000, p. 6).

Em 1947 a escola teve como destaque a obra “Dialética do Esclarecimento”, resultado das reflexões em uma perspectiva crítica e emancipatória de seus autores, Adorno e Horkheimer. Ela reflete, dentre outras questões, o fenômeno da indústria cultural nas sociedades modernas, em destaque para os Estados Unidos. As manifestações culturais são estudadas com prioridade, por possibilitar o entendimento de como ocorria a dominação

burguesa e a alienação do sujeito. Aqui, é inserida a cultura de massa com seu poder alienador, privando o sujeito das possibilidades de ação e reflexão sobre as injustiças sociais. A arte, concebida na indústria cultural como um bem de consumo perde o poder de envolver e contestar, apropria-se do pensamento do sujeito, desorientando-o de sua própria arte, funcionando como uma espécie de bloqueio quanto à sua emancipação. De acordo com (FREITAG, 2004, p.72), a função da nova produção cultural da época era de tomar lugar no “espaço do lazer que resta ao operário e ao trabalhador assalariado depois de um longo dia de trabalho, a fim de recompor suas forças para voltar a trabalhar no dia seguinte, sem lhe dar tréguas para pensar sobre a realidade miserável em que vive”. Ou seja, sem tempo de refletir sobre sua condição o trabalhador ficaria ou se tornaria mais dominado frente aos meios de produção, consumo e trabalho com baixa remuneração.

Na terceira fase aconteceu o retorno do Instituto para a cidade de Frankfurt, os principais teóricos da época passam a ser Theodor Adorno e Jürgen Habermas. Sendo este último, destacado por Antunes e Ramos (2000), como principal pensador da quarta fase, que com o objetivo de superar o negativismo de Adorno e Horkheimer, propõe a razão comunicativa.

Para Peukert (1996) a teoria crítica aconteceu em dois momentos: o primeiro sofreu influências de Adorno e Horkheimer, que tinham o objetivo de conceituar a razão de forma mais abrangente, visava também, formular uma concepção de uma práxis transformadora. O segundo momento é aquele em que Habermas propõe o uso da linguagem como forma de ação, apesar de apresentar-se sob a forma de reação à modernidade que estava em evidência após a Segunda Guerra Mundial. A Educação Crítica tentava recuperar algumas especificidades do Iluminismo, atribuía valor à racionalidade que era entendida na época como a possibilidade de conscientização e libertação. (MATOS, 1993).

Entender as bases filosóficas e o contexto que deram origem à Escola de Frankfurt, além de ser importante, direciona para um melhor entendimento da Educação Matemática Crítica.

A EMC objetiva despertar questionamentos, estimular a criticidade, de forma a provocar no educando maior participação social. Estudiosos como Skovsmose (2001), além de, com seus estudos, contribuírem para desfazer a imagem de que o ensino da Matemática é difícil, aculturado ou que a Matemática é esvaziada de realidade, tencionam que o ensino da Matemática exerça um papel significativo dentro da sociedade. A Matemática crítica propõe questionamentos às “verdades” matemáticas, possibilitando um ensino menos alienado.

Skovsmose (2007) afirma que o ensino da Matemática contribui para o fortalecimento da cidadania, quando transmitida de forma crítica, ou, pode também corroborar com a exclusão social, se o educador desconsiderar os aspectos sociológicos e humanos que a circundam. Esse pensamento de Skovsmose encontra eco no discurso de Paulo Freire, especialmente, em sua proposta de “Dialogicidade – essência da educação libertadora”. (FREIRE, 1983). Para Freire “não há palavra verdadeira sem a práxis”, não há possibilidade de reflexão do ensino sem estar problematizando a vivência.

Os pesquisadores da Matemática crítica afirmam que é fundamental ao estudante de matemática o “pensar matematicamente”, ou seja, a inserção da matemática à vivência, para que esta possa auxiliá-lo nas mais diversas atuações e contextos culturais em que se encontre.

A partir dos estudos da Matemática crítica surge um amplo horizonte de possibilidades de discutir Matemática envolvendo a vivência e a cultura social, como a abordagem da etno-Matemática que pensa a Matemática, considerando os espaços culturais e geográficos onde o indivíduo está inserido. Um olhar matemático a partir da própria aldeia, como propôs Paulo Freire acerca da leitura.

O envolvimento dos estudantes com experiências reais potencializa o estudo das demais disciplinas e permite que os mesmos tenham uma visão ampliada da contribuição da Matemática na vida. Tais experiências estão presentes nas propostas da educação Matemática crítica, como por exemplo, no trabalho que Kinijnik (1996) e dos demais pesquisadores no campo da etno-Matemática, que instiga os estudantes a problematizarem o uso da Matemática no contexto social. Os estudos de Kinijnik (1996), Skovsmose (1994, 2001, 2007), seguido de Alrø (1996) confrontam a Matemática crítica com a etno-Matemática, valorizando assim uma cosmovisão da função da Matemática na realidade circundante. Dessa forma permite ao estudante o “pensar matematicamente”, no dizer de Skovsmose (2007).

Proposições de respostas que surjam de questionamentos da aplicação da Matemática nos desafios do cotidiano, experiências de aprendizagens sem o auxílio de metodologias confortantes, questionar as possíveis respostas prontas e acabadas, tudo isso constitui campo para o Ensino da Matemática Crítica.

Alrø e Skovsmose (1996) afirmam que a reflexão crítica e ação são primordiais para o estudo da Matemática crítica. Segundo os pesquisadores o processo da criticidade se dá em três situações do desenvolvimento da crítica em matemática: a reflexão, o meio sociocultural e a realidade vivida. Esse processo catalisa a consciência crítica, permitindo compreender a natureza das estruturas políticas e econômicas. Dessa forma, o conhecimento reflexivo que,

aplicado direto ao estudo da Matemática, possibilita realizar escolhas no uso da Matemática e sua relação com os demais contextos.

Os estudiosos da Educação Matemática Crítica, pesquisam a sua aplicação em diversos contextos sociais como: Vithal (2000), que escreve a partir do contexto Pós-Apartheid da África do Sul, Frankenstein (1983) escrevendo a partir da marginalização urbana nos Estados Unidos, Knijnik (1996), com o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST) no Brasil e o dinamarquês Skovsmose (2001, 2007). Todos com princípios ancorados na equidade, justiça social e sustentabilidade levantando reflexões sobre o objetivo da Matemática crítica.

Skovsmose (2007) ao tecer considerações a respeito da presença da Matemática em todo o cotidiano social, proporciona o entendimento dos modelos matemáticos como mantenedores da vida social da civilização moderna. Que modelos são estes? Como são entendidos? Como devem ser interpretados? Respostas a questões como estas podem ser encontradas estudando determinado fenômeno, natural ou não, de maneira a explorar seu surgimento desde a raiz. Isso pode ser feito com a interação entre CTS e Matemática.

A Matemática Crítica possui uma proposta reflexiva e engajada. Diante disso, Skovsmose (2001) analisa se alguns pressupostos ou alternativas da Educação Crítica apresentam-se também na Educação Matemática. Ele define tais pressupostos em três tendências da Educação Matemática: estruturalismo, pragmatismo e orientação ao processo.

Os estudantes oriundos de uma educação estruturalista, inseridos no contexto da Educação Matemática Crítica serão convidados a desenvolver a consciência crítica e valores sociais pautados na justiça social, pois a Matemática estruturalista é aquela dissociada da realidade vivida, também é concebida como fechada em um universo de estruturas lógicas, onde “conceitos fundamentais podem ser transmitidos para o aprendiz por meio de concretizações apropriadas de acordo com o potencial epistemológico da criança” (SKOVSMOSE, 2001, p. 20). O aprendizado do educando vai se constituindo segundo a formatação do rol de conteúdos matemáticos a serem estudados. Fica evidente aqui, o afastamento da Educação Crítica.

A tendência pragmática enfatiza que o fundamental da Matemática apresenta-se nas suas aplicações, estando, portanto, de certa maneira fora da Matemática. Ou seja, existe uma desconectividade entre a Matemática e suas estruturas lógicas. Na concepção pragmática são apresentados aos educandos problemas práticos, nem sempre ligados a eles, isto é, distantes do seu entorno social.

A tendência pragmática é orientada a problemas. Porém, na Educação Crítica, é essencial que os problemas se relacionem com situações e conflitos sociais fundamentais, e é importante que os estudantes possam reconhecer os problemas como “seus próprios problemas”, de acordo com ambos os critérios subjetivo e objetivo da identificação do problema na Educação Crítica. (SKOVSMOSE, 2001, p. 24).

É notório que diante do fato do educando não estar participando de seus próprios conflitos sociais existe um distanciamento entre essa tendência e a Educação Crítica.

A terceira tendência é a orientação ao processo. Neste caso é possível encontrar componentes comuns e relativos à Educação Crítica.

De acordo com esse ponto de vista, a essência da Matemática não está conectada aos conceitos particulares e nem à aplicabilidade (utilidade) da Matemática como tal, mas aos processos de pensamento que levam ao insight matemático. O interesse principal da educação Matemática é dar aos estudantes oportunidades para fazerem eles mesmos reinvenções (SKOVSMOSE, 2001, p. 24).

É possível perceber neste caso, a ausência de estruturalismo e do mesmo modo, de pragmatismo. O educando terá participação ativa no processo educacional, pois ele será o ator principal no cenário, possibilitando-lhe a capacidade de criar Matemática no seu contexto vivido, sem deixar de lado os demais.

Para Skovsmose (2001), Hans Freudenthal (1905-1990) é precursor dessa tendência quando afirma que a Matemática é inerente ao ser humano e ensinar Matemática não se reduz apenas a transmitir fatos matemáticos. É necessário que os educandos desenvolvam a capacidade de lidar com situações matemáticas contextualizadas, gradativamente, envolvendo diversas formas de raciocínio, conduzindo à resolução de problemas, as quais abordadas pelo método tradicional de ensinar Matemática não são exequíveis. Isto é, Freudenthal afirma que a melhor forma de aprender uma atividade é executando-a. Skovsmose (2001) rejeita, no entanto, a orientação ao processo, como Educação Crítica, discutindo os termos “concretização” e “matematização”, encontrados nessa tendência. Concretização seria uma maneira mais concreta de interpretar termos abstratos para que se tornem mais compreensíveis. A atividade de concretização é inerente aos organizadores e planejadores do currículo, portanto excluída do processo educacional.

Uma educação Matemática orientada ao processo deve rejeitar a ideia de concretização entendida como elementarização dos conceitos matemáticos (abstratos) em favor da matematização. Mas há uma importante assimetria entre esses dois tipos de atividade (SKOVSMOSE, 2001, p.26).

O ato de matematizar deve ser entendido como um ato de extrema importância durante o processo educacional. Na matematização o educando terá possibilidades de elaborar formulações e maneiras de entendimento. Educando e educador devem estar envolvidos no controle desse processo. Para tanto, é necessário deixar claro aos educandos que a Matemática não é uma ciência pronta e acabada.

Quanto a isso Skovsmose (2001) e Borba e Skovsmose (2007), discutem a ideologia da certeza definida como segue:

A ideologia da certeza designa uma atitude para com a Matemática. Refere-se a um respeito exagerado em relação aos números. A ideologia afirma que a Matemática, mesmo quando aplicada, apresentará soluções corretas asseguradas por suas certezas. A precisão da matemática (pura) é como que transferida para a precisão das soluções dos problemas. A Matemática é vista como uma ferramenta adequada para resolver problemas de uma área abrangente de questões cotidianas e tecnológicas. Essa afirmação tem uma raiz na filosofia da Matemática, mas, também, na Matemática trabalhada em sala de aula. A ideologia da certeza representa um elemento dogmático alimentado pela educação Matemática, mas não, espera-se, por todas as suas modalidades (SKOVSMOSE, 2007, p. 81).

O autor menciona que é necessário falar sobre a ideologia da certeza porque as pessoas não vivem numa realidade virtual. A realidade virtual é aquela onde a Matemática, ou o ensino de Matemática, apresenta soluções com exatidão extrema. O mesmo autor cita um exemplo: “Pedro tem que comprar maçãs. Ele trouxe 50 reais. Ele tem que comprar 14 quilos e cada quilo custa 85 centavos. Quantos reais terá de troco?”. (SKOVSMOSE, 2007, p. 81). Bem, a partir do exemplo citado é possível perceber que para resolver tal questão tudo se encaixaria muito bem na realidade virtual. Nesta realidade Pedro conseguirá escolher as maçãs de modo que pesem exatamente 14 quilos, tudo muito exato, pagará e receberá seu troco da forma matematicamente correta. Na vida real seriam necessárias algumas, senão muitas tentativas para que Pedro conseguisse a exatidão de 14 quilos de maçãs. Do mesmo modo o restante do processo, pagamento e troco, estaria comprometido. A Matemática da ideologia da certeza poderia ser encarada do mesmo modo que é vista no mundo platônico das ideias Matemáticas.

Mas uma realidade virtual que apenas acompanha os exercícios do livro-texto de Matemática estabelece uma tradição na Matemática escolar e não estabelece aplicações da Matemática à vida real. É uma ilusão pensar que aplicações da Matemática tragam soluções, com fidedignidade garantida, mediante o uso da Matemática. A ideologia da certeza torna-se problemática quando opera fora da sala de aula de Matemática, ao tratarmos (de forma real) com compras, preços, dinheiro, pagamento, taxas de câmbio, velocidade, aceleração, distância etc. (SKOVSMOSE, 2007, p. 83)

Para enfrentar o problema da ideologia da certeza Skovsmose et al (2001) sugerem uma intervenção direta na sala de aula que desafie a ideologia da certeza. O desafio pode ser feito por meio de uma abordagem aberta. Trabalhando com ambiguidades, os autores acreditam que os alunos trabalhando nessa perspectiva com a Matemática, mais provavelmente, irão se enxergar como atores no processo de matematização “e menos provavelmente enxergarão ‘a Matemática como onipresente (contexto neutro), onisciente (a verdade final), onipotente (ela funciona em todo lugar).” (SKOVSMOSE, 2001, p.143).

Ao atacar a ideologia da certeza, provavelmente, haveria abalos nas atitudes dominantes daqueles que praticam a Matemática.

Nessa mesma perspectiva (D’AMBRÓSIO, 2005, p.113) propõe um novo currículo de ensino, alicerçado na *literacia*, *materacia* e *tecnoracia*. Tal sugestão deve ser entendida como uma “resposta educacional à responsabilidade de proporcionar aos jovens os instrumentos necessários para sua sobrevivência e transcendência nos anos futuros”. É objetivo dessa nova modalidade curricular, portanto, por meio da educação, direcionar a justiça social. (D’AMBRÓSIO, 2005). A literacia é definida como a capacidade de processar informações, incluídas aí estão a leitura, escrita, cálculo, diálogo, ecálogo, mídia, internet na vida cotidiana, (instrumentos comunicativos). A materacia pode ser entendida como a capacidade interpretativa, como competência de analisar sinais e decifrar códigos, de proporcionar a utilização dos modos de vida cotidianos, “de elaborar abstrações sobre representações do real (instrumentos intelectuais)”. Por fim, a “tecnoracia é a capacidade de usar e combinar instrumentos, simples ou complexos, inclusive o próprio corpo, avaliando suas possibilidades e suas limitações e a sua adequação a necessidades e situações diversas (instrumentos materiais)” (D’AMBRÓSIO, 2005, p. 116).

Seguindo os mesmos direcionamentos, encontra-se no trabalho de Pinheiro (2008) um bom exemplo para o desenvolvimento diferenciado de metodologias para o ensino da Matemática. A autora utilizou revistas de divulgação científica de acesso fácil a qualquer leitor, em conjunto com os alunos destacou alguns textos para que eles fizessem uma leitura crítica. Nestes textos os alunos deveriam identificar e relacionar com a Matemática questões

sobre ciência, tecnologia ou sociedade. A autora conseguiu demonstrar com clareza seu objetivo, com resultados satisfatórios.

Percebe-se aqui as mesmas preocupações do enfoque CTS, isto é, discutir o conhecimento inerente à ciência e tecnologia, com o propósito de colocar o poder de decisão nas mãos da sociedade em geral. O ensino da Matemática crítica com o enfoque CTS, nesse trabalho, pretende chamar a atenção para diversas situações da realidade política e social de uma nação, apresentando a Matemática, a ciência e a tecnologia sob o formato de modelos de tomada de decisão, isto é, os modelos matemáticos.

## 2.5 A RELAÇÃO ENTRE O ENFOQUE CTS E OS MODELOS MATEMÁTICOS

Na atualidade, o termo modelo matemático apresenta várias conotações, uma delas é apresentada por (BARBOSA, 2007, p.1) que menciona o modelo como “qualquer representação Matemática da situação”. Isso significa dizer que os modelos matemáticos, surgem representando um sistema real, isto é, a forma como ocorrem as modificações neste sistema, definição esta, bastante ampla.

Outra forma de definição é aquela em que o modelo matemático apresenta-se como um sistema conceitual, descritivo ou explicativo, é expresso sob uma linguagem ou formulação Matemática que tem o objetivo de prever ou predizer, compor ou controlar o modo de se comportar de um sistema qualquer. (LESH, 2003)

Aqui, é possível conjecturar que um modelo matemático é formado por um conjunto de equações que quantificam, dimensionam, estabelecem bases e reduzem a um único sistema os objetos que tomam parte em outro sistema. A definição deste autor atribui maior ênfase à dimensão teórica, fica evidente a apresentação dos modelos matemáticos numa concepção de poder prever e descrever fenômenos, não salienta a dimensão social. Enquanto que, a definição de Barbosa (2007) parece fazê-lo.

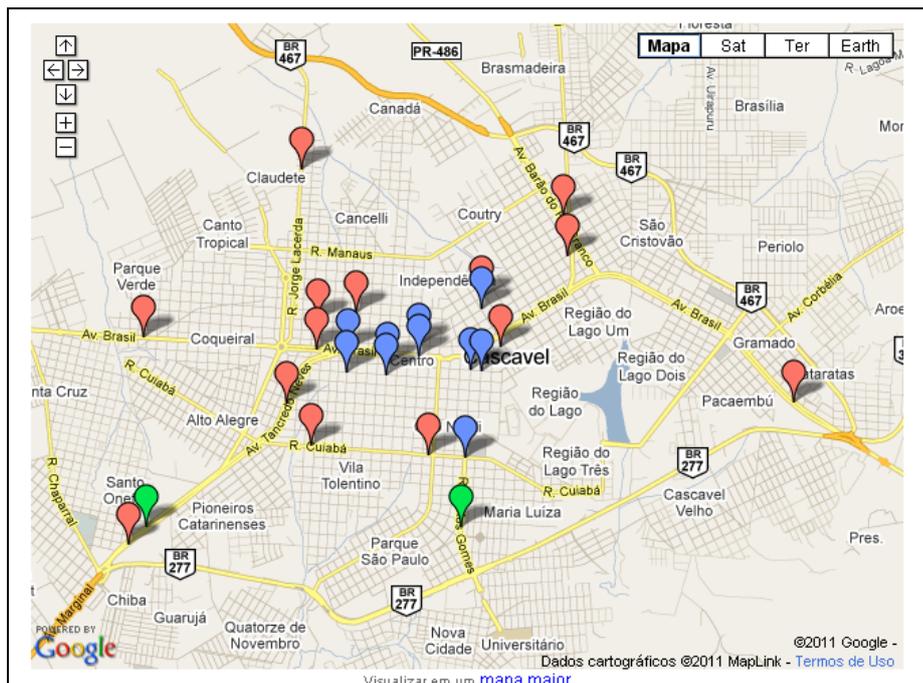
Outro conceito importante sobre os modelos matemáticos é aquele dado por Skovsmose (1994), onde defende que a Matemática é utilizada para formatar a realidade. Segundo essa tese, parte da realidade social é expressa por intermédio de modelos matemáticos. Este mesmo autor menciona que a Matemática apresentada nos modelos matemáticos tem um caráter muito objetivo. Sobre a “objetividade” da Matemática Skovsmose (2001) indica que ela é utilizada como o exercício de poder sobre a tomada de decisões políticas que não evidenciam a origem dos modelos, deixando lacunas na

compreensão do fenômeno. Salienta ainda que, os modelos matemáticos não são constituídos ou construídos sem intenções pré-determinadas, portanto, não podem ser considerados neutros, são produtos de algum tipo de interesse, alicerçando decisões e promovendo interferências no contexto social.

Em seu livro intitulado *Educação Crítica: Incerteza, Matemática, Responsabilidade*, Skovsmose (2007) menciona a relação entre Matemática e poder. Por meio de exemplificações evidencia como a Matemática surge com um aspecto decisivo nas tomadas de decisão. Um dos exemplos diz respeito ao *Annual Danish Aggregated Model (ADAM)*, modelo macroeconômico dinamarquês usado pelo governo e por instituições privadas e públicas. Um dos principais objetivos desse modelo é promover o “raciocínio experimental” para funcionar como base nas tomadas de decisões políticas. Tal raciocínio tenta encaminhar a questão: “se certo conjunto de decisões é tomado e as circunstâncias econômicas se desenvolverem de um modo particular, quais seriam as consequências?” (SKOVSMOSE, 2007, p. 119). O mesmo autor diz que, os acontecimentos de um determinado cenário poderiam ser analisados por intermédio de uma comparação entre aplicações do modelo em diferentes conjuntos de valores dos parâmetros em questão. Assim, é possível observar as implicações de uma ação política antes de efetuar-la, então, o discurso político muda de acordo com o “raciocínio experimental” ao qual o modelo se refere e adquire nova autoridade.

Diz ainda que, o modelo ADAM consiste de equações e uma das possibilidades de definição é resumir tais equações em sete conjuntos relacionados com demandas, suprimento de produtos, trabalho no mercado, preços, transferências e taxas, balanço de pagamento e renda. Uma análise detalhada da estrutura do modelo, no sentido real (realidade), não pode ser apresentada nem apreendida nas discussões políticas. Então se deixa o modelo experimental tomar a forma particular de uma análise multiplicadora. Por exemplo, caso o governo aumente sua demanda pública em 5%, em quanto decresceria o desemprego? A análise multiplicadora daria uma estimativa. O raciocínio experimental econômico evidencia-se como uma tomada de decisão política. O modelo ADAM, foi criado por matemáticos e já criou vida própria, não permanece só, modelos semelhantes a ele estão pelo mundo todo, operam em ministérios e empresas, interconectados trocando informações. (SKOVSMOSE, 2007).

Outro exemplo sobre os modelos controlando a tomada de decisões é o aplicado no controle de tráfego. Aqui pode ser citado o modelo recentemente implantado na cidade de Cascavel no Paraná. O modelo entrou em funcionamento no início do ano de 2011. Na Figura 1 pode ser visto um panorama da implantação.



**Figura 1 - Mapa da implantação do modelo para controle de tráfego**  
**Fonte: CETTRANS (2012a)**

O modelo de controle de tráfego da Figura 1 foi implantado sob a prerrogativa de que a fiscalização eletrônica contribui para a que os usuários tenham mais segurança e para garantir a diminuição da frequência e gravidade dos acidentes no trânsito. Neste caso optou-se por um modelo para a tomada de decisão que não envolva o fator humano, emocional, no que se refere à aplicação de multas. Vale lembrar que uma das preocupações da Matemática crítica concatenada com o enfoque CTS é de promover conscientização. Mas será que a punição trará conscientização?

Portanto, quanto aos benefícios ou malefícios que tal modelo pode trazer para a sociedade cascavelense, deixar-se-á para o leitor refletir.

Outro modelo de tomada de decisões que poderia ser citado é o modelo utilizado para o controle de desflorestamento da Amazônia brasileira. O monitoramento por satélite é amplamente utilizado para controlar e coibir a progressão de qualquer tipo de desmatamento da floresta Amazônica. Nesse aspecto, no Brasil, o Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), parece ser o órgão mais competente, (se não o único), que conta com programas específicos para realizar este trabalho considerado de suma importância para a sociedade brasileira.

Desde o ano de 1988 o INPE conta com o Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia (PRODES), por meio desse programa são produzidas taxas anuais do desflorestamento da Amazônia Legal. No ano de 2003 foi adotado o processo de interpretação de imagens e dados por meio de computadores para o cálculo da taxa de desmatamento na

Amazônia, denominado programa PRODES Digital. O procedimento é vantajoso devido à “precisão do georeferenciamento dos polígonos de desflorestamento, de forma a produzir um banco de dados geográfico multitemporal” (INPE, 2010). Neste banco de dados ficam disponíveis as imagens dos satélites para acesso do público interessado e ainda os dados tabulados referentes às medidas estimadas das áreas desmatadas. O INPE possui também, o sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real (DETER). Neste sistema os dados são apresentados por meio de extratificação por município, estado, base operativa do IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente) e unidades de conservação, facilitando e agilizando a fiscalização.

Os satélites que orbitam a Terra possuem a característica de sensoriamento remoto que permite a varredura de faixas de áreas da Terra. Por meio desse sistema de varredura as imagens são coletadas e armazenadas em bancos de dados para posterior análise e tratamento das informações.

Aqui, é possível salientar a presença latente da Ciência, Tecnologia e Sociedade. O trabalho executado por este aparato tecnológico traz à tona discussões em torno da degradação da floresta em questão, de sua importância para a sociedade mundial, o modelo é simpático e rico em detalhes envolvendo a tecnologia, mais rico na possibilidade de abarcar diversos conteúdos, não apenas relacionados com a Matemática, mas com diversas áreas do conhecimento. É importante ressaltar que o material coletado, imagens de satélite, por exemplo, ficam armazenadas e são disponibilizadas para o público em geral. Também, não é possível esquecer que o referido modelo é utilizado para tomada de decisões políticas.

Os exemplos citados referem-se aos modelos matemáticos utilizados pelas grandes companhias e organizações, no intuito de tomar a decisão certa ou conveniente, principalmente no que se refere ao lucro.

Portanto, o processo educacional, em muito pode contribuir para o bom entendimento do educando dos modelos matemáticos presentes no seu entorno, próximo ou distante. Para tanto, é imprescindível uma mudança conceitual dos docentes com relação ao ensino da Matemática, pois se torna evidente que apenas uma tendência metodológica para o ensino pode causar distorções no aprendizado. Faz-se necessário que o professor tenha uma postura articuladora no que se refere ao trato com os conteúdos específicos da Matemática, sabendo articulá-los com o contexto social. O enfoque CTS é uma boa articulação para o trabalho docente, os modelos matemáticos, em geral, são de cunho científico e transformam-se em aparatos tecnológicos com a finalidade de serem inseridos na sociedade. Logo, a problematização pode ser feita, de início, por meio dos modelos ou pela tecnologia, ou pelo

contexto social que envolve o assunto, ou ainda pela composição de todos esses aspectos, desse modo existirá a variedade de articulações e a propulsão do aprendizado.

### 2.5.1 O Ensino da Matemática a Partir das Tecnologias Presentes no Cotidiano dos Alunos

Conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais, com relação à utilização da tecnologia, de um lado encontra-se a inserção das tecnologias no dia a dia da sociedade, exigindo pessoas capacitadas para bem usá-las; de outro lado, essa mesma tecnologia pode servir de recurso para subsidiar o processo de aprendizagem da Matemática. “É importante contemplar uma formação escolar nesses dois sentidos, ou seja, a Matemática como ferramenta para entender a tecnologia, e a tecnologia como ferramenta para entender a Matemática” (BRASIL, 1998, p. 27). Diante dessa concepção é possível trabalhar com conteúdos matemáticos contextualizando-os e utilizando-se de desenvolvimentos tecnológicos presentes no cotidiano dos alunos, para levá-los a refletir sobre suas implicações sociais.

A tecnologia está impulsionando mudanças no conteúdo dos programas de Matemática, nos métodos para o ensino e nas formas que a Matemática é aprendida e avaliada. Um aspecto essencial dessa mudança é a capacidade de um professor em selecionar e utilizar a tecnologia no ensino, adequando-a para desenvolver, melhorar e aumentar a compreensão dos alunos sobre a aplicação da Matemática.

Nesta mesma perspectiva, de tornar o cidadão crítico, em relação à utilização da tecnologia, Saviani diz:

A escola está ligada a este processo, como agência educativa ligada às necessidades do progresso, às necessidades de hábitos civilizados, que correspondem à vida nas cidades. E a isto também está ligado o papel político da educação escolar enquanto formação para a cidadania, formação do cidadão. (SAVIANI, 1996, p.157).

Na Matemática, a tecnologia tem fomentado novos campos. Na educação, levantou a importância de certas ideias, fez de alguns problemas e temas, mais acessíveis, apresentou novas formas de representar e manipular informações Matemáticas e proporcionou acesso a conteúdos pedagógicos antes indisponíveis.

No entanto, a metodologia a ser escolhida deve ser bem articulada. A aprendizagem é afetada por um sistema complexo que envolve vários fatores, tais como, habilidades dos professores, teorias educacionais, crenças religiosas, os pais, os currículos, as aspirações e

interesses dos educandos, os recursos financeiros, as expectativas culturais, tecnologia, e muito mais. Há muito a dizer sobre todas estas considerações, mas o impacto de cada uma não pode ser totalmente compreendido, exceto em relação às outras. Então, quanto ao uso da tecnologia na sala de aula, não existe uma verdade absoluta e uma visão única e universalmente aceita quanto à sua melhor utilização. Além disso, as perguntas certas sobre a utilização da tecnologia devem estar diretamente relacionadas com os interesses dos educandos, isso trará eficácia no processo aprendizagem. Para D'Ambrósio (1999) o grande problema, tanto no ensino de Matemática quanto no ensino de ciências, está na maneira de ser apresentado. O conteúdo é apresentado “de forma desinteressante, obsoleta e inútil, e isso dói para o jovem” (D'AMBRÓSIO, 1999). Ao fazer essa crítica o autor remete a reflexões sobre uma nova maneira ou metodologia de ensino, que seja adequada à dinâmica dos jovens. Considera também, que o ensino, fatos e conceitos, não devem ser apresentados como uma verdade única, incontestável, “como um corpo de conhecimentos congelado ao longo de séculos que não pode responder à enorme curiosidade dos jovens e nem à própria dinâmica da elaboração do conhecimento” (D'AMBRÓSIO, 1999). E ainda complementa que,

[...] a aquisição desse conhecimento é falsamente verificada através de provas e testes. Tudo se soma para a grande farsa que é o sistema educacional vigente. Em nome desse sistema se empregam enormes recursos e, o que é ainda mais grave, se destrói a autoestima do jovem, encaminhando-o para uma subordinação a crenças e autoritarismo. O ensino de ciências e Matemática é catequético na maneira como é conduzido e como é avaliado. O atual ensino de ciências e Matemática não permite atingir os grandes objetivos da educação, que são: (i) possibilitar a cada indivíduo atingir seu potencial criativo; (ii) estimular e facilitar a ação comum, com vistas a viver em sociedade, exercitando a cidadania plena. A principal causa do equívoco da educação atual é o baixo índice de aceitação e incorporação da tecnologia no processo educacional (D'AMBROSIO, 1999).

Com a tecnologia, o que muda é a metodologia ou modo como serão estudados os problemas que envolvem a Matemática. Na sala de aula, algumas questões são complicadas para serem resolvidas utilizando lápis e papel. Alguns conteúdos requerem representações visuais, gráficos, diagramas, figuras geométricas, imagens em movimento, que respondem as perguntas dos alunos e que podem ser apreciadas com pequenos comandos, como o movimento do mouse, por exemplo. “A incorporação de toda a tecnologia disponível no mundo de hoje é essencial para tornar a Matemática uma ciência de hoje” (D'AMBRÓSIO, 1999).

Portanto, é essencial que os professores continuem a explorar o impacto da tecnologia no ensino e na sociedade e as perspectivas que ela oferece na crescente gama de conceitos matemáticos, habilidades e aplicações.

Um trabalho interessante de citar é o de (MACHADO et al, 2011) o qual os autores fazem um relato de um trabalho realizado utilizando imagens de satélite para o ensino de geometria. O trabalho tinha o objetivo de oportunizar aos alunos a vivência de estudos em Laboratório Simulado de Tratamento e Imagens e Geoprocessamento, o qual, segundo os autores, “é possível de ser replicado com recursos menos sofisticados, por meio de imagens disponíveis na Internet”. Utilizaram imagens do *Google Earth™*, as quais foram coletadas na Internet pelos próprios alunos. Os autores ainda mencionam que “Novas formas de linguagem são necessárias quando se lida com uma geração digital habituada aos ícones, imersa em um universo cultural que privilegia imagens” e ainda afirmam que “lançar um olhar sobre o planeta permite a construção de uma ligação imediata com a realidade de cada um”. Concluem que as imagens de satélite que podem ser coletadas de forma gratuita na Internet podem ser utilizadas com sucesso no ambiente escolar, pois promovem investigação e exploração sobre o assunto estudado. Mencionam ainda que estudar dessa forma, além de divertido “poderá auxiliar os professores a resgatar e, quem sabe, mudar a concepção dos alunos no que concerne ao estudo de conceitos relacionados à Matemática, auxiliando-os também a entender que ela faz parte do seu cotidiano”. (MACHADO; LAHM; GIRAFFA, 2012, p. 10-11).

O trabalho dos autores citados apresenta consonância com esse, no que se refere à utilização de imagens de satélite e a postura do professor perante novas concepções para ensinar Matemática. Vale ressaltar que o objetivo desse trabalho não é inserir o ensino de medidas de áreas somente por meio de artefatos tecnológicos, é evidente que tais artefatos podem ser utilizados, mas o contexto da aprendizagem pretendido aqui é aquele em que haja discussão em torno dos aspectos da ciência, tecnologia, sociedade CTS, da Educação Matemática Crítica e suas implicações na sociedade.

### 2.5.2 O Ensino de Medidas de Áreas com o enfoque CTS e a Formação de Professores

Saber da importância do estudo desse conteúdo não basta, diferenciações no ensino precisam ser adotadas, autores como Kordaki e Portari (2002) dizem que os livros didáticos induzem a uma mudança muito rápida entre operações multiplicativas e o estudo de áreas,

partindo logo para a utilização de fórmulas, desprovido o aluno de investigar e comparar o que está medindo.

De acordo com Cavanagh (2008) o estudo da medição de área é uma parte importante do currículo do ensino médio, por duas razões relevantes: em primeiro lugar, por causa da grande variedade de aplicações diárias de conceitos da área em atividades como pintura, jardinagem, ladrilhos e na verdade, qualquer tarefa que envolva cobrir uma superfície bidimensional, e em segundo lugar, porque os conceitos de área são frequentemente utilizados nos livros didáticos pelos professores para introduzir muitas outras ideias matemáticas. Por exemplo, áreas retangulares são usadas para representar as operações multiplicativas envolvendo números inteiros e frações, para demonstrar a propriedade comutativa da multiplicação (com a estratégia de girar um retângulo em noventa graus sem alterar a sua área). Os retângulos também podem ajudar os alunos a compreender produtos binomiais, como a expansão de  $(a + b)^2$ , fornecendo uma ilustração visual do resultado algébrico. Um bom entendimento de medição de área também é importante ao estudar o cálculo diferencial e integral.

A base para o aprendizado sobre medidas de áreas consiste em compreender como uma unidade específica pode ser inserida, até que ela cubra completamente uma superfície plana, sem deixar lacunas ou sobreposições. Em outras palavras, a região é dividida em unidades de igual tamanho do plano que se quer encobrir. (OUTHRED; MITCHELMORE, 2000).

Há fortes evidências de pesquisas anteriores que a estrutura subjacente do arranjo linha x coluna que resulta do processo de iteração de unidades em quadriculas não é de maneira nenhuma óbvia, os alunos precisam de muita prática em construção de malhas quadriculadas com régua, por exemplo, e também com construções concretas comparando ou cobrindo uma região para que possam desenvolver uma sólida compreensão conceitual da medição da área. (OUTHRED; MITCHELMORE, 2000). Com relação a isso Kidman (1999) afirma que os alunos ampliam sua compreensão do significado de medir um objeto, e acabam por medir mais atributos desse objeto (como área, volume, ângulo), com a escolha de unidades apropriadas. O autor complementa que a experiência concreta na solução de problemas de medição dá aos alunos a base necessária para a utilização de ferramentas de medição aplicando o apreendido nas relações de medição.

O autor ainda comenta que os alunos passam a entender que as medidas são aproximações, desenvolvem este entendimento discutindo fatores que resultam em discrepâncias nas medidas, tais fatores podem ser erro humano, diferenças nos instrumentos

utilizados, a percepção da necessidade de rigor e precisão com que as escalas de medição são lidas. Os alunos também tendem a explorar o conceito de medidas em situações abertas como, por exemplo, "Quantas bolas de basquete caberiam no chão da nossa sala de aula?", onde a estimativa é necessária para resolver o problema. Quanto a isso as atividades de estimativa ajudam os alunos a ganhar uma consciência do tamanho de diferentes unidades e familiarizando-se com o processo de medição. Com a habilidade dos alunos desenvolvida nas estimativas, eles poderão ser desafiados a realizar as medições em problemas cada vez mais complexos, fortalecendo assim a sua facilidade em ambas as áreas da Matemática.

Kidman (1999) ainda menciona que nem sempre a compreensão dos alunos perante o ato de medir e relacionar esta medida com a área fica evidente, os estudantes fazem confusão com o perímetro. Defendendo a postura da construção geométrica, Dickson (1989) observou que os alunos tendem a empregar a fórmula da área retangular ( $\text{Área} = \text{comprimento} \times \text{largura}$ ) em todos os casos, independente do formato da figura.

Uma situação que deve ser considerada preocupante é sobre o estudo de Baturo e Nason (1996) sobre o conceito de medição de áreas de futuros professores. Os autores concluíram que os equívocos cometidos na escola primária ou secundária, muitas vezes estão profundamente arraigados e podem persistir na idade adulta.

Laburú e Barros (2009) discutem o paradigma pontual, no qual os alunos tendem a trabalhar com medições na expectativa de encontrar sempre uma única medida do mesmo objeto, parece haver uma visão simplista e ingênua do ato de medir. Neste paradigma, os estudantes demonstram um distanciamento cognitivo, entre a medida e o objeto a ser medido, torna-se necessária uma mudança conceitual, pois nem sempre a medida a ser encontrada compreende um número inteiro e os instrumentos de medição por mais que sigam um padrão na fabricação, também podem apresentar distorções. A intenção dos autores é discutir este paradigma, propondo novas metodologias de ensino.

Diante das observações feitas pelos autores citados, mencionando diferentes estratégias ou metodologias para o ensino de medidas de áreas, é oportuno mencionar o ensino sob os direcionamentos do enfoque CTS, mais particularmente, na formação de professores. Isso para reforçar a justificativa apresentada na introdução desse trabalho.

Vários autores mencionam a inserção da abordagem CTS nos currículos universitários, dentre esses autores, Bazzo (2002) mais voltado para o ensino de engenharia, propõe a inserção, em caráter provisório, de disciplinas específicas para o ensino da tecnologia. Partindo da perspectiva CTS, outra proposta é a mudança estrutural nas condições de ensino da disciplina implicando na marcha pela formação de professores baseada na

perspectiva CTS, buscando efetividade na transformação da educação tecnológica. Acevedo Díaz, Manassero Mas e Vázquez Alonso (2002) menciona que as abordagens CTS estão começando a orientar o ensino da ciência e da tecnologia no ensino médio. Após rever vários significados de CTS, o autor discute o interesse de professores para a educação CTS e discute alguns dos principais obstáculos que precisam ser superados para incorporá-los no ensino. Finalmente, ele menciona a necessidade da formação inicial dos professores a fim de capacitá-los para que possam discutir suas crenças epistemológicas, interesses e atitudes em relação à CTS, para os fins da educação e da prática em sala de aula. Gordillo e Cerezo (2011) discutem uma abordagem educacional orientada a partir de CTS, e propõem um curso sobre "Ciência, Tecnologia e Sociedade".

Outros autores que direcionam suas reflexões no mesmo sentido são: Santos e Mortimer (2002), Hart e Robottom (1990), Hofstein, Aikenhead e Riquarts (1988), Rubba, (1989), Waks e Barchi, (1992). Porém, apoiando-se em Bazzo (2002) e corroborando com sua proposta de formar professores na perspectiva CTS, a pesquisa a que se refere esse trabalho foi aplicada para acadêmicos do curso de Matemática. É notório que não se trata de uma formação elaborada na perspectiva dos autores mencionados, mas torna-se interessante para fortalecer as convicções dos futuros professores sobre a perspectiva CTS.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Com a preocupação e o interesse em verificar as contribuições que o enfoque CTS proporcionará para a aprendizagem de medidas de áreas, buscou-se uma metodologia que pudesse tornar o resultado da pesquisa bastante detalhado. Portanto, a seguir, serão expostas as características aqui assumidas.

Quanto à natureza, essa pesquisa é classificada como aplicada. Tem essa classificação em virtude de o trabalho trazer em seus objetivos a apresentação e aplicação de uma proposta que possa contribuir diretamente com a aprendizagem em sala de aula. Isto está de acordo com Cervo e Bervian (1983), que defendem que a pesquisa aplicada visa o desenvolvimento de conhecimento específico sobre um assunto definido e sua proposta é concretizada em ações, contribuindo de modo prático na solução de problemas reais. Os autores Bogdan e Biklen (1982) corroboram com esse pensamento quando fazem referência à pesquisa aplicada evidenciando alguns de seus objetivos, como por exemplo, aprimorar as estratégias de ensino e adquirir novos conhecimentos.

Quanto à abordagem do problema esta pesquisa é caracterizada como qualitativa, pois ao analisar os dados coletados, utiliza uma abordagem naturalista que busca compreender os fenômenos em configurações específicas do contexto, como mundo real, por exemplo. (LÜDKE; ANDRÉ, 1986). É o tipo de pesquisa nem sempre quantificável. A pesquisa qualitativa pode ser conceituada da seguinte maneira:

Pesquisa qualitativa é multimetodológica quanto ao foco, envolvendo uma abordagem interpretativa e naturalística para seu assunto. Isto significa que os pesquisadores qualitativistas estudam as coisas em seu *setting* natural, tentando dar sentido ou interpretar fenômenos em termos das significações que as pessoas trazem para eles. (DENZIN; LINCOLN, 1994, p.2).

Quando o pesquisador adota esse tipo de abordagem, ele se detém também às pessoas, suas falas e comportamentos. E ainda será no *setting* natural que acontecerá a pesquisa e não em ambientes reprodutores de situações (GRUBITS; NORIEGA, 2007).

O papel do pesquisador qualitativo é a sua participação e investigação na pesquisa, uma vez que a noção de envolvimento na pesquisa é amparada pelo fato do mundo real estar

sujeito a alterações e, portanto, um pesquisador qualitativo deve estar presente durante as mudanças para gravar um evento antes e após sua ocorrência.

A pesquisa com cunho interpretativo tem o objetivo de compreender o fenômeno a partir dos próprios dados, das referências fornecidas pela população estudada e dos significados atribuídos ao fenômeno por esta população. (ALVES-MAZZOTTI, 2001).

Portanto, de acordo com Boavida e Amado (2008) a compreensão realizada com o senso metodológico não deve tender simplesmente a levar ao extremo as próprias interpretações, mas tornar-se consciente delas e assim ter possibilidades de verificá-las, alicerçando a compreensão sobre o próprio objeto a ser interpretado.

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL E POPULAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa foi aplicada em uma Universidade da Cidade de Cascavel, no Estado do Paraná. O local é provido de laboratório de Matemática com espaço amplo, possui instrumentos de medição e sala de recursos audiovisuais.

A população envolvida na pesquisa é de vinte e nove acadêmicos do segundo ano do curso noturno de Licenciatura Plena em Matemática. A turma foi escolhida considerando que, por meio de observações anteriores, os alunos mostraram desenvoltura ao lidar com aparatos tecnológicos, intimidade ao lidar com artefatos, principalmente aqueles que envolvem a comunicação. Outro fato considerado foi a possibilidade da pesquisa ser aplicada durante as aulas de Metodologia e Instrumentação para o ensino da Matemática. Tal disciplina é responsável em proporcionar um embasamento prático, teórico e metodológico para o futuro professor atuar na profissão. O conteúdo, medidas de áreas, aplicado na pesquisa, faz parte do currículo, porém não é determinada no planejamento a inserção ou não do enfoque CTS. No entanto é uma perspectiva que, apoiando-se na literatura que fundamentou o estudo e em alguns pensadores da Educação Matemática, percebe-se que a perspectiva CTS tende a acrescentar muito para a formação do professor de Matemática.

Esse grau da educação permite o desenvolvimento da pesquisa com atividades práticas contextualizadas, neste estágio do ensino o aluno já possui um arcabouço de informações sobre tais assuntos e também, uma boa capacidade de argumentação.

### 3.3 COLETA E CATEGORIZAÇÃO DOS DADOS

Para proceder à coleta de dados foram adotados os procedimentos envolvendo os recursos: questionários, gravação em áudio e/ou vídeo, fotográficos, diário de campo contendo as falas, expressões, observações e questionamentos dos envolvidos na pesquisa, registro das atividades desenvolvidas coletadas ao final de cada oficina.

Quanto ao tratamento, utilizou-se a análise dos dados e por meio dela, os dados puderam ser classificados em categorias de análise. Em virtude de ser qualitativa a pesquisa gerou uma quantidade considerável de dados, portanto essa estratégia foi a mais adequada.

### 3.4 ROTEIRO PARA A REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES

As atividades foram realizadas após o planejamento de um roteiro. A pesquisa foi aplicada sob o formato de oficinas, logo, o tempo deveria ser apropriado para tal. Portanto, aconteceram seis encontros, sendo um encontro semanal, durante o período de 28/09/2011 a 03/11/2011, no horário de aula. O roteiro é apresentado a seguir:

**Primeiro encontro:** Nesse dia foi realizada a conversação com os envolvidos, apresentando os direcionamentos que seriam dados para a aplicação da pesquisa, mostrando a importância de tê-los como participantes, convidando-os e informando qual conteúdo seria explorado. Também foi aplicado um questionário inicial, na perspectiva de fazer uma sondagem das concepções desse público com relação às questões que envolvem a ciência, tecnologia e sociedade.

**Segundo encontro:** durante o intervalo de tempo entre o primeiro e segundo encontro, as respostas do questionário inicial foram classificadas e categorizadas. Em virtude das respostas dos participantes da pesquisa se apresentarem um tanto confusas, foi elaborado um material para que tais questões fossem retomadas e discutidas. O material foi elaborado sob o formato de apresentação em slides com o objetivo de preencher as lacunas existentes no que se referia aos conceitos CTS.

**Terceiro encontro:** Foi realizada a aplicação das atividades da Oficina I, as quais abordam situações envolvendo o cálculo de áreas por meio de imagens de satélites. Utilizou-se a estratégia de cálculo, por falta e excesso, com o uso de figuras quadriculadas, sem o emprego de fórmulas matemáticas. Mas antes da realização dos cálculos das medidas de áreas, foram tecidas considerações em torno do aparato tecnológico “satélite”, sua utilidade,

órbita e como ele faz a varredura de uma faixa de terra, como as imagens são produzidas, considerando-os modelos matemáticos envolvidos pela ciência e tecnologia.

**Quarto encontro:** Foram aplicadas as atividades da Oficina II, envolvendo o cálculo de áreas de quadrados e retângulos. Nessa oficina foram inseridas as fórmulas matemáticas, porém o material elaborado e utilizado segue os parâmetros daqueles utilizados anteriormente, envolvendo imagens de satélite sob o enfoque CTS e os direcionamentos da Educação Matemática Crítica.

**Quinto encontro:** Houve a continuação da aplicação das atividades do quarto encontro. Durante a oficina foram realizadas medições da sala de aula e construções de uma suposta parede de tijolos com um metro quadrado de área.

**Sexto encontro:** Iniciou-se a aplicação da Oficina III, na qual o assunto abordado refere-se à área de triângulos. Nas atividades foram abordadas situações-problemas envolvendo os modelos matemáticos presentes no cotidiano social e as implicações trazidas por eles para a vida do cidadão. O tema foi discutido de forma crítica, alicerçada pelo enfoque CTS, tais situações apresentaram, também, formas de calcular a área de um triângulo.

**Sétimo encontro:** Continuação das atividades do sexto encontro por meio da exploração de situações-problemas envolvendo a fiscalização de trânsito com a visualização por meio de imagens de satélite dos pontos de fiscalização eletrônica. Nesse encontro houve a finalização das atividades da pesquisa com a aplicação de um questionário para coleta de dados sobre o andamento dos trabalhos na sua totalidade.

## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4.1 ASPECTOS COMUNS ÀS OFICINAS PRESENTES NA PESQUISA

Durante a preparação dos materiais didáticos e planejamentos metodológicos para a aplicação da pesquisa, surgiram algumas situações comuns a todas as oficinas.

As situações comuns referem-se aos critérios de avaliação e à metodologia adotada para a realização dos trabalhos na sala de aula.

Quanto à metodologia de trabalho na sala de aula foi utilizada a Matemática Crítica com o enfoque CTS na modalidade de enxerto, isto é, introduzir temas CTS nas disciplinas de ciências, abrindo discussões e questionamentos sobre as implicações sociais da ciência e da tecnologia, isto é:

- a) Os alunos são convidados pelo professor a formularem questões e procurarem justificativas;
- b) Os alunos são coresponsáveis pelo processo de aprendizagem;
- c) Os alunos usam materiais manipuláveis nas atividades de aprendizagem;
- d) Os alunos envolvem-se com questões que poderão servir de base para investigações.

Com relação à avaliação, ela foi contínua, por meio da análise das respostas dos grupos e/ou individuais, das estratégias que os alunos utilizaram para solucionar as questões propostas, considerando também os princípios que fundamentam o enfoque CTS e a Matemática Crítica. Depois de finalizar a aplicação de cada oficina, foi entregue uma lista contendo situações-problemas, como complemento. Tal lista não teve como finalidade uma série de testes escritos e exercícios de cálculo de áreas sem qualquer significado, mas envolvendo atividades que realmente permitissem avaliar se houve aprendizado sobre o conteúdo envolvendo superfície de áreas. As atividades deveriam ser solucionadas pelos alunos e entregues no início da próxima aula. Ainda com relação às situações-problemas é importante observar que algumas das atividades desenvolvidas e aplicadas são parecidas com outras. Não era objetivo do trabalho acentuar a resolução de atividades por meio da repetição, no entanto tais atividades foram elaboradas apoiando-se em D'Ambrósio (2006) que ao referir-se à resolução de problemas menciona, que “a repetição de desafios do mesmo tipo ou ‘próximos’ dá origem a métodos, as teorias permitem explicar os métodos e facilitam criar o novo (invenção)”. Portanto, tais atividades foram aplicadas, porém não houve a discussão

sobre o resultado das mesmas para não incorrer em conclusões iguais. Caso haja interesse em apreciá-las ou avaliá-las, as referidas atividades encontram-se no Apêndice III.

## 4.2 PRIMEIRO ENCONTRO

### 4.2.1 Contato Inicial

#### **Objetivos**

- Convidar e conscientizar os participantes da pesquisa sobre os direcionamentos.
- Aplicar um questionário sob a perspectiva de sondagem do conhecimento acerca da Ciência, Tecnologia e Sociedade.

**Material necessário:** questionário impresso, conforme apresentado no Quadro 4.

**Total de horas-aula:** 2 horas/aula.

Antes de iniciar a aplicação do Projeto de Pesquisa houve o primeiro contato com a turma de acadêmicos do 2º ano de Matemática. A necessidade desse contato foi para estender o convite aos participantes do trabalho e informá-los dos procedimentos e encaminhamentos que seriam dados para a referida aplicação. Outra necessidade de estabelecer um primeiro contato com os participantes são os direcionamentos metodológicos dados tanto para aqueles trabalhos que dizem respeito ao enfoque CTS quanto aos trabalhos que envolvam a Educação Matemática Crítica. Ambos os direcionamentos seguem a conduta do ensino ser pautado na democracia, isto é, professores e alunos discutem o que vão estudar antes de iniciar qualquer atividade. Da mesma forma isso deve ocorrer durante a aplicação dos trabalhos em sala de aula, todos terão o direito de se manifestar e opinar durante as discussões.

Portanto, foi explicado aos acadêmicos que o trabalho de pesquisa envolveria o ensino do conteúdo matemático específico medidas de áreas. Foi explicado ainda que a aplicação da pesquisa aconteceria sob o formato de oficinas, uma vez que o conteúdo aplicado faz parte do rol de conteúdos da disciplina de Metodologia e Instrumentação para o Ensino da Matemática. Logo, a pesquisa contemplaria a coleta de dados para posteriores discussões e supriria a necessidade de instrumentação dos acadêmicos quanto às metodologias e modalidades de ensino referentes ao conteúdo específico citado, para quando estivessem atuando na área de ensino da Matemática.

Os acadêmicos aceitaram o convite e ficou combinado que a pesquisa seria aplicada durante as aulas da disciplina de Metodologia e Instrumentação para o Ensino da Matemática. Ficou designado para isso quatro horas/aula semanais.

#### 4.2.1.1 Aplicação do questionário para sondagem

No dia 28 de Setembro de 2011 iniciou-se a aplicação das atividades por meio do questionário do Quadro 4. Neste momento o objetivo era saber qual o entendimento dos envolvidos na pesquisa a respeito da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e demais questões relacionadas envolvendo a sociedade, para que os trabalhos fossem realizados com clareza e para que, futuramente, o enfoque CTS pudesse ser utilizado por esse público.

1- O que você entende por ciência?
2- O que você entende por tecnologia?
3- Quais os conhecimentos que você considera que foram ou são importantes para o avanço da ciência e da tecnologia? Justifique o porquê de cada um.
4- Que relação existe entre ciência e tecnologia?
5- Você acredita que nossa sociedade poderia funcionar sem ciência e sem tecnologia? Por quê?
6- Você acredita que o desenvolvimento econômico depende do desenvolvimento científico-tecnológico? Por quê?
7- Você acredita que o desenvolvimento científico-tecnológico pode ajudar a reduzir as desigualdades sociais? Como e por quê?
8- Você acha que todo progresso científico-tecnológico constitui um avanço humano?

**Quadro 4 - Questionário inicial para coleta de dados**

**Fonte: Pinheiro (2005, p. 148)**

O questionário foi respondido por 29 acadêmicos. Para o pesquisador, essa sondagem feita por meio do questionário foi crucial para dar procedimento à aplicação das próximas atividades.

Ainda com relação ao questionário, uma análise das respostas dadas pelos acadêmicos às questões, mostrou que havia um distanciamento entre as mesmas, isto é, esperava-se que as respostas, dadas por cada participante, apresentassem proximidade de conceitos maior umas com as outras.

Por não apresentar a homogeneidade esperada, a classificação e categorização das respostas tornaram-se mais difíceis, porém foi determinante nos direcionamentos para dar continuidade aos trabalhos. A categorização das respostas está Quadro 5.

Questão	Categoria	%
1. O que você entende por ciência?	Área de estudo e pesquisa que se dedicam ao conhecimento de alguns assuntos específicos.	28
	É todo o conhecimento existente.	28
	Fenômeno que estuda a natureza e está relacionado com o conhecimento humano.	18
	Estuda a evolução da vida, desvenda mistérios do mundo.	10
	Sem resposta	6
	Capacidade de fazer justificativas a respeito de determinado fenômeno por meio de bases racionais.	10
2. O que você entende por tecnologia?	É a aplicação dos conhecimentos científicos.	31
	Inovação, melhoramentos, invenções, artefatos que melhoram a vida humana.	69
3. Quais os conhecimentos que você considera que foram ou são importantes para o avanço da ciência e da tecnologia? Justifique o porquê de cada um.	Não sei, ou sem resposta.	38
	Todo o conhecimento humano.	55
	Descoberta do fogo.	7
4. Que relação existe entre ciência e tecnologia?	A ciência depende da tecnologia.	38
	Aplicação do conhecimento científico.	17
	Sem resposta	14
	O conhecimento científico é a base para a tecnologia.	25
	Relação de produção.	6
5. Você acredita que nossa sociedade poderia funcionar sem ciência e sem tecnologia? Por quê?	Não. Afetaria o trabalho humano.	6
	Sem tecnologia sim. Sem ciência não.	7
	Não. Afetaria a comunicação humana e a produção industrial.	13
	Não. O ser humano depende muito da tecnologia.	48
	Não. Haveria estagnação, subdesenvolvimento e pobreza.	25
	Explicação confusa	1
6. Você acredita que o desenvolvimento econômico depende do desenvolvimento científico-tecnológico? Por quê?	Sim. Com o desenvolvimento científico a produção agrícola pode ser melhorada, que é uma das principais fontes econômicas.	2
	Sim. Existe avanço econômico conforme a sociedade progride na C&T.	30
	Sem resposta	10
	Sim. Um depende do outro.	15
	Apenas "sim".	6
	Sim. Está relacionada com o capitalismo.	10
	Sim. Gera postos de trabalho.	27
7. Você acredita que o desenvolvimento científico-tecnológico pode ajudar a reduzir as desigualdades sociais? Como e por quê?	Sem resposta.	37
	Depende! Todos tendo acesso ao desenvolvimento será bom. Caso contrário haverá muita desigualdade social.	17
	Sim. Oportunidade de trabalhar com igualdade.	20
	Não. Máquinas estão tomando o lugar do homem nos postos de trabalho, destruindo valores humanos.	17
	Sim. A mudança na desigualdade depende de atitudes pessoais.	6
	Apenas "sim".	3

8. Você acha que todo progresso científico-tecnológico constitui um avanço humano?	Sem resposta.	14
	Apenas “sim”.	54
	Sim. Para uma minoria que pode pagar por isso.	6
	Não. Escraviza o ser humano.	6
	Sim. Mas nem sempre é benéfico	17
	Sim. Fruto da produção humana atende as necessidades humanas.	3

**Quadro 5 - Categorização dos dados do questionário inicial**

**Fonte: Autoria própria**

Entretanto, além da falta de homogeneidade nas respostas, outras observações podem ser feitas com relação às mesmas, como é a situação apresentada por Acevedo Díaz, Manassero Mas e Vázquez Alonso (2002) onde o autor salienta que muitos alunos de todas as idades pensam que a ciência inventa coisas e resolve problemas práticos mais do que investigar e compreender o mundo com o predomínio da visão utilitarista, de artefatos tecnológicos, frente a uma visão cultural ou acadêmica.

Acevedo Díaz, Vázquez Alonso e Manassero Mas (2003) confirma isso mencionando que os alunos tendem a entender a tecnologia como instrumentos, aparelhos e utilitários que ajudam no dia a dia das pessoas. Para Rubba e Harkness (1993) Rubba, Schoneweg e Harkness (1996), Acevedo Díaz, Manassero Mas e Vázquez Alonso (2002) e Acevedo Díaz, Vázquez Alonso e Manassero Mas (2003) existe a tendência dos estudantes interpretarem a relação entre ciência e tecnologia como a de dependência, isto é, a ciência depende da tecnologia e vice-versa.

Ao analisar as respostas obtidas por meio do questionário foi possível interpretar que, de modo geral, os respondentes acreditam que não é possível a sociedade funcionar sem ciência e tecnologia, no entanto, parecem atribuir maior valor à tecnologia. Acevedo Díaz (2002) também percebeu isso em suas pesquisas dizendo que os alunos reconhecem a intervenção da ciência sobre a sociedade com menos intensidade do que a tecnologia.

Quanto ao desenvolvimento científico-tecnológico relacionado à redução das desigualdades sociais e ao avanço da humanidade a maior parte das respostas foi evasiva, talvez pelo fato de tal questão nunca ter sido apresentada, portanto houve falta de reflexão sobre o assunto.

Uma justificativa plausível para essa falta de reflexão pode ser explicada por Vázquez Alonso e Manassero Mas (1999) ao mencionarem que a mídia capta a ideia de progresso e mudança na ciência como óbvio, porque os avanços são espetaculares em curtos períodos de tempo, mas esta ideia está enraizada epistemologicamente na essência (provisório), limitando um conceito necessariamente cumulativo superficial e esse conceito

deve ser melhorado com o apoio epistemológico. Os autores acrescentam que, deve ser enfatizada a natureza intrínseca reconstrucionista do conhecimento científico fornecendo referências-chave. Além de fornecer informações e conhecimento é importante transformar uma concepção superficial na natureza mutável do conhecimento científico, epistemologicamente fundamentada em um conceito de reconstrucionismo da natureza e, portanto, sempre temporárias e limitadas, mas não como uma característica secundária.

Portanto, as atitudes e crenças obtidas dos estudantes são complexas, diversas e, em alguns casos, contraditórias. Assim as respostas envolvendo a natureza dos modelos e as relações da ciência com a sociedade demonstraram em alguns momentos, uma aparente falta de informação e em outras, concepções enraizadas.

### 4.3 SEGUNDO ENCONTRO

#### 4.3.1 Oficina I

##### **Objetivos**

- Introduzir os conceitos que envolvem a Ciência, Tecnologia e Sociedade.
- Proporcionar discussão crítica sobre os conceitos estudados.
- Propiciar a reflexão sobre o significado Ciência, Tecnologia e Sociedade para cada um.

**Material necessário:** apresentação em Slides.

**Total de horas-aula:** 4 horas/aula.

##### 4.3.1.1 Atividade 1 – Iniciando com os Conceitos CTS

Após a análise e categorização dos dados, optou-se por direcionar os trabalhos retomando e discutindo as questões presentes no questionário do Quadro 4, isso de acordo com Alves-Mazotti e Gewandsznajder (2001) que orientam que em uma pesquisa qualitativa os dados devem ser analisados frequentemente, possibilitando ao pesquisador a articulação nos conteúdos a serem aplicados.

Para tanto foi elaborado um material sob o formato de apresentação em slides. Tal apresentação, tendo em vista que a pesquisa foi aplicada na perspectiva de oficinas, tornou-se necessária para preencher as lacunas conceituais sobre a ciência, tecnologia e sociedade

(CTS) apresentadas pelos envolvidos na pesquisa e nas respostas do questionário do Quadro

5. O material apresenta conceitos e definições relativos a:

- a) Algumas definições de Ciência.
- b) O que é Tecnologia.
- c) Visões deformadas acerca da Ciência.
- d) O que significam os estudos da Ciência, Tecnologia e Sociedade?
- e) As premissas CTS.
- f) O enfoque CTS.

Logo, o objetivo da atividade foi de levar informações pertinentes ao tema CTS. Ao final da apresentação de cada um dos tópicos, foram abertas sessões para discussões, as quais foram gravadas em áudio como coleta de dados para posteriores estudos. A atividade consta no Anexo I desse documento, teve duração de 4 horas/aula.

Durante as discussões, os acadêmicos apontaram a ciência como o conhecimento humano e estabeleceram uma relação de dependência entre ciência, desenvolvimento humano e trabalho.

Após o questionamento sobre a atividade da ciência, demonstraram a crença na ciência como atividade neutra. Não pensavam em ciência de modo crítico, isto é, a ciência estava sendo vista como verdade absoluta, como provedora de bem-estar social e, para alguns, pronta e acabada. Ficou comprovado o que para Palacios et al (2001) é a concepção clássica das relações entre ciência e tecnologia com a sociedade, a concepção essencialista e triunfalista que pode ser expressa pela equação, mais ciência = mais tecnologia = mais riqueza = mais bem-estar social, isto é, o modelo linear de desenvolvimento.

Outros participantes fizeram observações do tipo: ciência → conhecimento → poder → domínio. Neste caso parece haver um senso crítico com relação à ciência, no entanto não se distancia da crença no modelo linear de desenvolvimento.

Com relação à tecnologia, também acreditavam que ela é neutra, atribuindo ao ser humano (usuário) a capacidade, ou culpa, pelo uso adequado ou não. (BAZZO, 1998, p.) orienta que não se adote posições extremas quanto aos impactos “da ciência e da tecnologia no comportamento humano, é importante que tenhamos claras as diferentes faces que elas assumem nas suas estreitas relações com a vida cotidiana de todos nós”.

O mesmo autor faz complementações apontando que os aparatos, máquinas ou instrumentos, oriundos da produção científica, “não são maus nem bons, nem positivos nem negativos em si mesmos”. E acrescenta que não se pode ser irracional ao fazer uma análise desse tipo, “porque estaríamos sendo animistas e inconsequentes, atribuindo a uma construção

do próprio homem um comportamento que não lhe é pertinente”. Diz ainda que “o que se pode e se deve analisar, no entanto, é o uso que se faz destes aparatos, máquinas e processos que, aí sim, pode resultar negativo ou positivo, bom ou mau para a vida humana”.

Em outro momento, os envolvidos na pesquisa não mostraram senso crítico quanto à evolução da ciência e da tecnologia, não conseguiram visualizar que a sociedade está envolvida por uma teia de consumo, onde existe um jogo comercial que envolve o cidadão numa perspectiva alienante do consumismo exacerbado, ou seja, a lei da oferta e procura, ou demanda e consumo. Para Bazzo (1998) não se pode negar as contribuições que a ciência e a tecnologia trouxeram nos últimos tempos, no entanto, não seria adequado confiar nelas excessivamente, de maneira que as pessoas fiquem cegas diante dos confortos que proporcionam cotidianamente seus aparatos e dispositivos técnicos. “Isso pode resultar perigoso porque, nesta anestesia que o deslumbramento da modernidade tecnológica nos oferece, podemos nos esquecer de que a ciência e a tecnologia incorporam questões sociais, éticas e políticas”.

Justificaram ainda que muitas vezes o consumo de tecnologias é necessário para auxiliar no trabalho do cidadão, mas que não poderiam ser dominados por essas tecnologias.

Vale ressaltar o comentário de Acevedo Díaz (1996), Acevedo Díaz, Manassero Mas e Vázquez Alonso (2002) e Gilbert (1995), em consonância com Bazzo (1998), que dizem ser necessário se esforçar para não cair, consciente ou inconscientemente, em posições excessivamente críticas, as quais reforçam a visão destruidora sobre a ciência e a tecnologia. Segundo as mesmas, a ciência e a tecnologia são a principal causa da deterioração do meio ambiente e fonte dos problemas mais graves da humanidade. Outrossim não se deve ir ao outro extremo, que apresenta uma visão positivista da ciência e da tecnologia que mostra como as grandes conquistas da humanidade em suas tentativas de aprender mais sobre a natureza e ainda submetê-las a resolver todas as necessidades humanas possíveis em um determinado momento.

Houve também a observação que a sociedade não participa nas tomadas de decisão com relação aos avanços científicos e tecnológicos, que existe uma relação vertical, isto é, status para as pessoas consideradas gênios da ciência → detentores das tecnologias dividem ou dividiram a sociedade em setores → sociedade não participa das decisões → lucro. Aqui parece ter havido uma mescla de algumas das visões deformadas da ciência, as quais Bazzo, Linsingen e Pereira (2003) classificam como:

- a) Visão acumulativa linear: Os conhecimentos aparecem como frutos de um conhecimento linear, ignorando as crises, as remodelações profundas. Ignora-se,

em particular, a descontinuidade radical entre o tratamento científico dos problemas e o pensamento ordinário.

- b) Visão individualista: Os conhecimentos científicos aparecem como obras de gênios isolados, desconhecendo-se o papel do trabalho coletivo, dos intercâmbios entre equipes. Esta visão individualista se apresenta associada, algumas vezes, a concepções elitistas.
- c) Visão “velada”, elitista: Apresenta o trabalho científico como um domínio reservado a minorias especialmente dotadas, transmitindo expectativas negativas para a maioria dos alunos, com claras discriminações de natureza social e sexual (a ciência é apresentada como uma atividade eminentemente “masculina”). Contribui-se para este elitismo escondendo a significação dos conhecimentos após o aparato matemático.

Após a explanação sobre significado dos estudos da Ciência, Tecnologia e Sociedade, temas controversos, como por exemplo, clonagem, transgenia, agrotóxicos, dificuldades dos agricultores frente ao domínio tecnológico das grandes multinacionais relativas ao uso controlado das sementes, entre outros, foram citados pelos acadêmicos. Para esta situação foram expostas pelo professor pesquisador as possibilidades de encontrar situações onde a ciência e a tecnologia sejam observadas e analisadas não somente pelos impactos negativos, mas também sob a ótica de um otimismo sensato.

#### 4.4 TERCEIRO ENCONTRO – CONTINUAÇÃO DA OFICINA I

##### **Objetivos**

- Introduzir os conceitos básicos sobre a função dos satélites e suas imagens.
- Propor o cálculo de áreas de figuras planas irregulares sob o enfoque CTS.
- Explorar imagens de satélites como modelos matemáticos.
- Calcular a área de uma figura plana irregular, aproximada, por falta.
- Calcular a área de uma figura plana irregular, aproximada, por excesso.
- Evidenciar a inexatidão nos cálculos.
- Proporcionar discussão crítica do assunto estudado.

**Material necessário:** textos e atividades impressos.

**Total de horas-aula:** 4 horas/aula.

#### 4.4.1.1 Atividade 2 - Cálculo de áreas de figuras planas irregulares

A atividade 2 foi elaborada com a finalidade de introduzir os conceitos e definições sobre os satélites, o texto “O Brasil visto do espaço” foi impresso e disponibilizado para cada participante. O texto foi escolhido por apresentar dados importantes sobre satélites e suas imagens, por trazer dados numéricos sobre a área desmatada comparando-a com a área de outros países.

Para servir de apoio, foram elaborados slides, os quais foram apresentados de maneira que contemplassem a atividade, inclusive a própria atividade 2 apresentava-se nos slides, Anexo II. A aula teve início com a apresentação dos slides e leitura do texto.

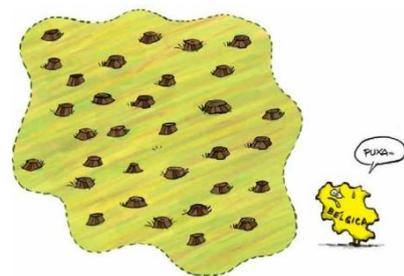


### O BRASIL VISTO DO ESPAÇO

Em um país com dimensões continentais, com muitos recursos naturais e grandes regiões remotas como o nosso, o uso de imagens de satélite se faz necessário para o monitoramento das transformações que ocorrem no território, sejam elas naturais ou aquelas causadas pela ação do homem. O INPE desenvolveu quatro sistemas de monitoramento da Amazônia, cada um deles com uma função diferente.

**PRODES** - Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite. Utiliza imagens do satélite americano Landsat. Produz, desde 1988, estimativas anuais das taxas de desflorestamento da Amazônia Legal, divididas por Estado (Acre, Amapá, Amazonas, Goiás, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins). Até agora, cerca de 700.000 Km<sup>2</sup> já foram desmatados, o que corresponde a 17% da cobertura original da floresta. Desse total, 300.000 Km<sup>2</sup> foram desmatados nos últimos 20 anos!

**700.000 km<sup>2</sup> = 23 Bêlgicas, ou 17 Holandas,  
ou ainda 172.839.500 campos futebol!**



**Mas, o que é um satélite?**

O termo “satélite” que vamos conhecer agora é um sistema formado por módulos, que fica na órbita da Terra ou de qualquer outro planeta, mantendo velocidade e altitude constantes. Por ser construído pelo homem, é chamado de “artificial”, para se diferenciar dos satélites naturais, como a Lua, por exemplo. Existem vários tipos de satélites artificiais, com diversas finalidades: **Comunicação; Navegação; Meteorológico; Militar; Exploração do Universo e Observação da Terra.**

Mas como é possível, por exemplo, identificar os desmatamentos que ocorrem na Floresta Amazônica? No Quadro 6 é possível verificar como ficam as imagens, que depois de capturadas pelos satélites, são transmitidas e armazenadas em um banco de dados onde passam por uma interpretação visual. Tal interpretação é realizada por meio de colorações que aparecem nas imagens, assim é possível verificar ou saber como está o processo de desmatamento ou reestruturação da floresta. Evidentemente que para realizar a tarefa de interpretação das imagens, os recursos utilizados são tecnológicos, *softwares* implementados especificamente para a tarefa.

Imagem TM/Landsat 2008	Crítérios de Interpretação visual Landsat/TM RGB 543	Cobertura da Terra	Processo de desmatamento
	Predomínio de tonalidade verde, textura rugosa e sombra. Padrão semelhante às florestas da região. Maioria do perímetro contíguo tem o mesmo padrão.	Cobertura florestal , textura heterogênea, com sombra, indicando a estrutura florestal complexa e não alterada.	Floresta não alterada
	Tonalidade magenta, ou verde muito claro (esmaecido). Forma regular, textura lisa, limites bem definidos entre o polígono (solo exposto) e a matriz florestal.	Predomínio de solo exposto ou pastagem em formação.	Corte Raso
	Predomínio de tonalidade verde e padrão de floresta, com presença de feições de tonalidade magenta ou roxa de tamanho pequeno, com baixa densidade e freqüência.	Predomínio de cobertura florestal com manchas de solo exposto indicando a presença de pátios e indícios de acesso.	Floresta Degradada de Intensidade Leve
	Predomínio de tonalidade verde e padrão de floresta, com presença de feições de tonalidade magenta ou roxa, de tamanho médio, com média densidade e freqüência.	Predomínio de cobertura florestal com manchas de solo exposto indicando a presença de pátios de estocagem de madeira, ramais e clareiras.	Floresta Degradada de Intensidade Moderada
	Predomínio de tonalidade magenta/roxa (clareiras grandes com indicação de fogo) ou verde (com textura lisa) em associação com manchas que apresentam padrão de floresta.	Presença de grandes clareiras com solo exposto, vegetação secundária e/ou área extensa de cicatriz de fogo florestal, combinadas com manchas florestais.	Floresta Degradada de Intensidade Alta

**Quadro 6 - Critérios utilizados para a qualificação dos dados do DETER. Padrões de desflorestamento em imagens TM/Landsat, descrições e classes associadas**

Fonte: INPE (2010)

Durante a apresentação dos slides e a leitura do texto disponibilizado, contendo a explanação sobre os satélites, definições, funcionamento e utilidade, introduziu-se o questionamento sobre o envolvimento da ciência, tecnologia e seus impactos na sociedade. A introdução seguiu os direcionamentos de (AULER, 1998, p.2) onde o autor menciona que se deve despertar a curiosidade do estudante para que ele possa inter-relacionar ciência com aplicações tecnológicas, fenômenos presentes no dia a dia “e abordar o estudo daqueles fatos e aplicações científicas que tenham maior relevância social; abordar as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da tecnologia e adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico”.

Questionou-se a existência ou não, de um modelo matemático presente no aparato tecnológico “satélite” e nas imagens por ele produzidas. A princípio parece ter havido dificuldades em interpretar os satélites como modelos matemáticos, uma vez que este artefato tecnológico se mostra de forma concreta, palpável.

A Matemática presente no “artefato” satélite, não é aquela trabalhada no Ensino Fundamental ou Médio, é evidente que em tal aparato e nas imagens por ele produzidas existe um cálculo matemático mais avançado, abstrato, o qual envolve também muita Engenharia. Tais cálculos, em geral, são realizados com a utilização de *softwares* específicos, os dados são inseridos e os *softwares* se encarregam de calcular. (SKOVSMOSE, 2007, p. 48) exemplifica uma situação parecida dizendo “a Matemática está condensada em programas e pacotes instalados em computadores, prontos para serem usados, os usuários dos sistemas não precisam saber e raramente estão cientes dos detalhes de operações matemáticas existentes por trás da tela”. O mesmo autor complementa que “é impossível imaginar construções de carros, aviões, pontes, robôs sem usar representações matemáticas, representar por meio de linguagens formais, como a da Matemática, é amplamente efetuado” (SKOVSMOSE, 2007, p. 109). Após essa questão ser discutida com os participantes parece ter havido mais clareza com o que se pretendia ao aplicar o enfoque CTS atrelado à Educação Matemática Crítica.

Quanto à varredura que um satélite faz em um determinado ponto, surgiu o questionamento sobre intervalo de tempo em que o satélite passa novamente pelo mesmo ponto. Para este caso ficou esclarecido que se tratava da Resolução Temporal, a qual está relacionada à quantidade de dias que o satélite necessita para dar uma volta completa ao redor da Terra e voltar a passar pelo mesmo ponto da superfície. “Depende também da altura da sua órbita e da sua velocidade de deslocamento.

O satélite Spot (francês) tem resolução temporal de 26 dias; o Landsat (americano) de 16 dias; e o NOAA (também norte americano), de apenas 1 dia. Portanto, o Landsat tem maior resolução temporal que o Spot e o NOAA é o campeão”. (COUTO, 2012).

Ainda, sobre a questão da varredura ficou esclarecido que a mesma é feita em uma faixa de terra de 30 metros e os dados são armazenados sob a forma de polígonos. (COUTO, 2012). Os participantes contribuíram com informações a respeito de imagens de satélite capturadas e transmitidas em tempo real, citaram que tais imagens apresentam movimentação envolvendo o desmatamento e queimadas realizadas na Amazônia.

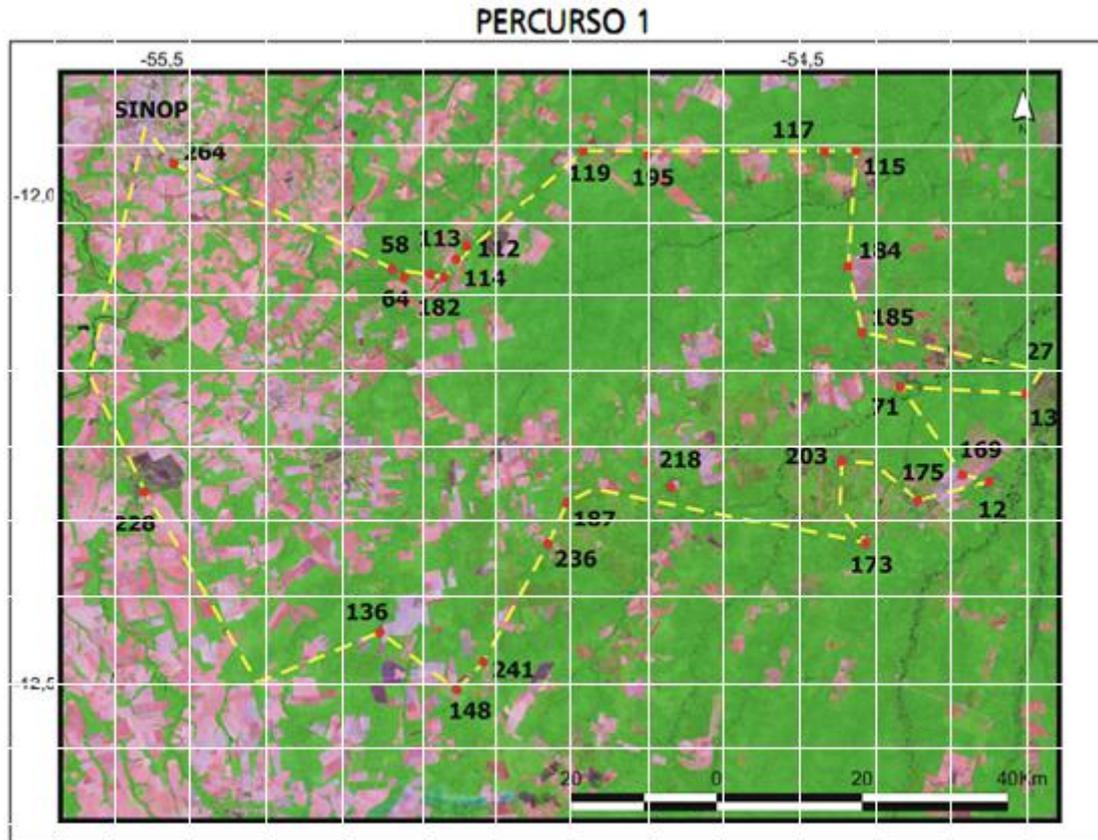
Foram mencionados pelos envolvidos na pesquisa outros tipos de tecnologia, a de um avião teleguiado (não tripulado), que tem a função de detectar desmatamentos em áreas pequenas, isso também em tempo real. Citaram a ciência e tecnologia, no contexto estudado e

discutido, como provedora de informações a respeito da situação ambiental na maior floresta do Brasil. Nesse caso a ciência e a tecnologia estariam trabalhando em favor da sociedade. Parece que a última observação foi feita considerando a não linearidade ou neutralidade da ciência e da tecnologia procurando promover uma inter-relação entre elas e a sociedade. Acevedo Díaz (2002) acha oportuno que nas ciências físicas e naturais haja mais ênfase na visão CTS sob uma ótica científica: natureza da ciência, interações entre ciência e sociedade (CS) e entre ciência e tecnologia (CT).

#### 4.4.1.2 Problematização

A imagem (PERCURSO 1) contém uma poligonal fechada oriunda da ligação entre os pontos vermelhos da figura. Originou-se de uma varredura feita por satélites na região da Amazônia, em cada um dos pontos foram feitas observações sobre o desmatamento ocorrido. Na figura, suponha que cada quadrícula tenha a unidade de medida igual a 1.

- a) Calcule a medida aproximada, por excesso, da área da poligonal fechada com o tracejado na cor amarela.
- b) Calcule a medida aproximada, por falta, da área da poligonal fechada com o tracejado na cor amarela.
- c) Compare as respostas dos itens (a) e (b) e diga se alguma delas é exata.
- d) No contexto até agora estudado, em sua opinião, qual é a importância da Ciência e da Tecnologia para a sociedade?
- e) Que avanço existe para a humanidade nesse contexto?



**Figura 2 - Imagem de satélite na forma de poligonal fechada: Percurso 1**  
 Fonte: INPE (2008)

ITEM	CATEGORIA/RESPOSTA	%
a)	71 unidades de medida	6,90
	72 unidades de medida	3,40
	73 unidades de medida	20,6
	74 unidades de medida	34,5
	75 unidades de medida	17,3
	76 unidades de medida	17,3
b)	43 unidades de medida	24,2
	45 unidades de medida	34,5
	47 unidades de medida	34,5
	49 unidades de medida	3,4
	50 unidades de medida	3,4
c)	Nenhuma delas é exata	100
d)	São importantes nas descobertas e atualizações cotidianas, no mapeamento e monitoramento das situações em que se encontram as florestas podendo proporcionar ideias para a melhoria de vida do cidadão e controle ambiental.	62
	Ajuda a controlar o desmatamento, isso influencia ou não no bem-estar do cidadão.	38

e)	Gera a consciência sobre a preservação ambiental, coloca o cidadão próximo da realidade dando-lhe a possibilidade de intervir na situação.	44
	Promove e nos dá uma visão aproximada da área desmatada regularmente, fato que não era possível há algum tempo atrás.	56

**Quadro 7 - Categorização das respostas da problematização da Atividade 2**

**Fonte: Autoria própria**

Ao introduzir o conceito de cálculo de áreas utilizando os métodos “por falta” e “por excesso”, observou-se que os participantes não conheciam tal estratégia, tentaram resolver aplicando fórmulas, ficaram em dúvida sobre como responder a questão. Isso, de acordo com Murphy (2009), Baturo e Nason (1996), Tierney, Boyd e Davis (1990) pode ser porque geralmente é aceito que a Matemática deve ser ensinada de modo que haja entendimento, no entanto, no que se refere às medidas de áreas, parece que as crianças muitas vezes se baseiam na utilização de fórmulas com pouca compreensão dos conceitos matemáticos envolvidos. Elas são incapazes de notar a razoabilidade das suas respostas e por isso são incapazes de monitorar o uso dessas fórmulas. Há também evidências de que os futuros professores têm uma dependência semelhante no que diz respeito às fórmulas.

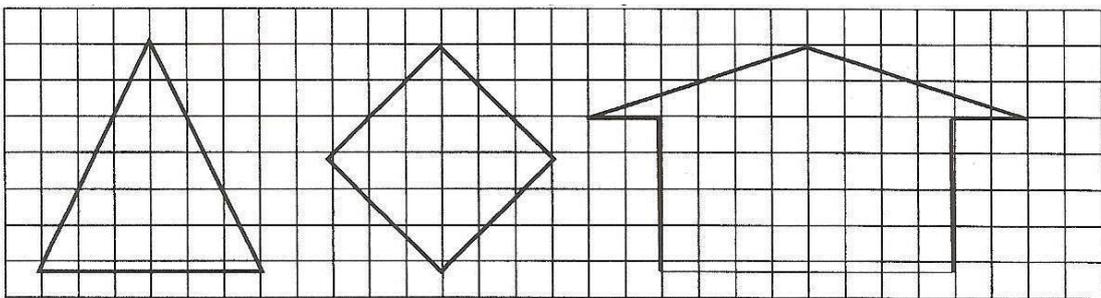
Foram instruídos a estimarem a quantidade de quadriculas mesmo que ultrapassassem o tracejado amarelo (por excesso), depois para que estimassem a quantidade de quadriculas que estivessem apenas dentro do tracejado amarelo (por falta), em seguida que fizessem a média aritmética entre as duas medidas encontradas. Já era esperada uma variação nas respostas encontradas nos itens (a) e (b), pois de acordo (LABURÚ et al, 2010, p.1402-2) “por mais perfeitos que sejam os métodos e procedimentos de medida, o valor achado para a grandeza física será sempre uma aproximação para o *valor verdadeiro (ou valor alvo)*, pois sempre existem erros de medição”. A questão (c) foi propositalmente introduzida para que houvesse a reflexão sobre o que ocorreu nos dois itens anteriores e conforme Skovsmose (2007) a Educação Matemática Crítica deve proporcionar ao estudante reflexões em torno do assunto abordado ou ensinado. Já, de acordo com Freire (1983) deve-se excluir a educação bancária, onde o aluno é uma espécie de receptáculo no qual o conhecimento é depositado sem nenhum senso crítico. Nos itens (d) e (c) percebe-se um maior entrosamento ou talvez, intimidade com o termo Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), para Gordillo e Galbarte (2002) o sistema educativo deve ser encarregado de formar cidadãos responsáveis no trato com as tecnologias, um cidadão que reconheça o funcionamento de um determinado artefato tecnocientífico, bem como, o funcionamento da tecnociência e sua relação com a sociedade. Por consequência surgirá uma sociedade preparada para intervir com responsabilidade nas

questões que a afetem ou poderão afetá-la. (SKOVSMOSE, 2007, p. 122) conduz o leitor a fazer reflexões em torno da “Matemática em ação”, em ver como as concepções matemáticas são projetadas na realidade. Menciona que quando a Matemática é utilizada como base para um projeto tecnológico “criamos uma ferramenta tecnológica que tem, de algum modo, sido conceitualizada por meio da Matemática. Em algum sentido, foi antecipado no mundo da Matemática e depois foi trazido à realidade por uma construção real”. Nesse trabalho nota-se a Matemática presente na engenharia dos satélites e nas imagens produzidas por eles. Podem então, serem vistos como modelos matemáticos de tomada de decisões.

#### 4.4.1.3 Atividade 3

A atividade foi elaborada evidenciando uma geometria sem curvas, no entanto, as quadrículas são interceptadas e divididas pelas linhas que formam as figuras, produzindo uma dificuldade similar àquelas da atividade anterior no que se refere ao ato de medir e calcular a área. O objetivo é de poder medir, calcular, comparar e argumentar sobre os resultados obtidos.

Na imagem a seguir, são apresentadas três figuras, considere cada quadrícula com uma unidade de medida:



- Qual é, aproximadamente, a medida do contorno de cada uma das figuras?
- Quantos quadradinhos, aproximadamente, há no interior do contorno de cada figura?
- Por que utilizamos o termo “aproximadamente” nos itens (a) e (b)?
- Existe outra maneira de chegar ao mesmo resultado? Qual?
- Observando a imagem da situação-problema 1 e a imagem da situação-problema 2 à que conclusões pode-se chegar?

QUESTÃO	PADRÃO DE RESPOSTA ESPERADO
a)	18 u. m., 17 u. m e 33 u. m.
b)	19 u. m., 18 u.m e 45 u. m.
c)	Por que os valores variam conforme a maneira que são medidos.
d)	Pela utilização de fórmulas ou a média entre a falta e o excesso.
e)	A segunda, apesar de não ser regular, apresenta um formato melhor definido geometricamente.

**Quadro 8 - Padrão de resposta da atividade 3**

Fonte: Autoria própria

QUESTÃO	CATEGORIA/RESPOSTA	%
a)	Próximo do padrão de resposta esperado	82,76
	Muito distante do padrão de resposta esperado	17,24
b)	Próximo do padrão de resposta esperado	93,1
	Muito distante do padrão de resposta esperado	6,9
c)	Próximo ou igual ao padrão de resposta esperado	100
d)	Muito próximo ou igual ao padrão de resposta esperado	100
e)	Próximo ou igual ao padrão de resposta esperado	100

**Quadro 9 - Categorização das respostas da atividade 3**

Fonte: Autoria própria

Nessa situação é possível observar que nas respostas obtidas, em comparação com o padrão de resposta esperado, existe uma aproximação muito boa. O padrão de resposta estabelecido é apenas um parâmetro para promover as discussões em torno da referida questão.

Considera-se que o resultado positivo encontrado decorre de fatores como: a metodologia diferenciada, uma novidade para os participantes, os materiais disponibilizados, coloridos, possuindo uma estruturação atraente, a utilização de materiais didáticos tecnológicos, o ensino seguindo direcionamentos democráticos e a organização da sala de aula fora dos padrões extremamente tradicionais.

Para D'Ambrósio (2002, p. 19)

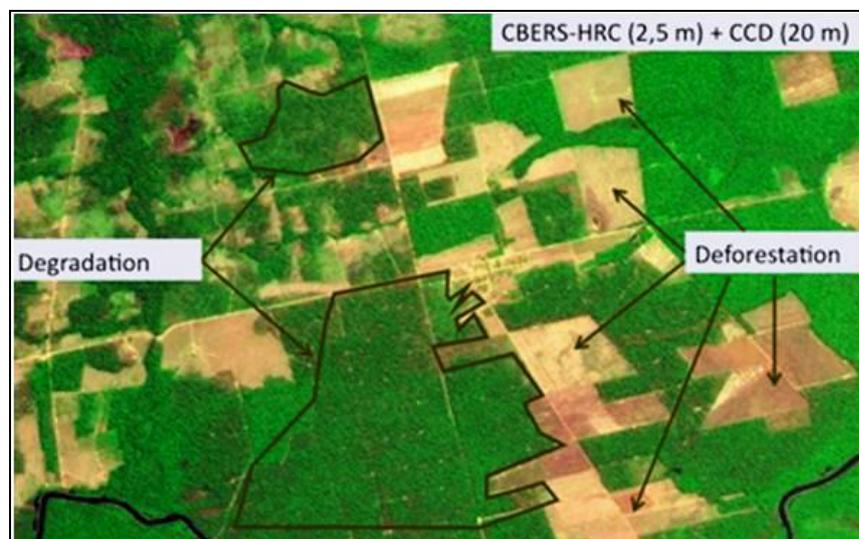
Aprender não é o mero domínio de técnicas, habilidades e nem a memorização de algumas explicações e teorias. A adoção de uma nova postura educacional é a busca de um novo paradigma de educação que substitua o já desgastado ensino-aprendizagem, que é baseado numa relação obsoleta de causa-efeito.

#### 4.4.1.4 Atividade 4

A atividade foi elaborada para gerar reflexão em torno do envolvimento do enfoque CTS com situações ambientais e matemáticas, o assunto da atividade é teórico, não exige cálculos, no entanto, deverá proporcionar ligações que remetam à visualização e possíveis comparações com os resultados obtidos nos cálculos nas atividades anteriores.

Na imagem (Figura 3) existem áreas desmatadas e áreas em degradação, isto é, está ocorrendo o processo de desmatamento.

- Sob o foco da ciência e da tecnologia, como foi possível identificar o processo de degradação?
- De que forma a Matemática está presente neste contexto?
- Com relação à sociedade de modo geral, como você considera, nesta situação, o impacto da ciência e da tecnologia? Explique.
- A imagem é apresentada sob o formato plano, como isso pode ser explicado, já que sabemos que a superfície da terra é curva?



**Figura 3 - Imagem de satélite mostrando degradação e desflorestamento**

Fonte: <http://www.kaxi.com.br/noticias>

QUESTÃO	PADRÃO DE RESPOSTA ESPERADO
a)	Por meio do conhecimento científico foi possível produzir um aparato tecnológico, (satélites), capaz de realizar diversas tarefas orbitando a terra e produzindo imagens.
b)	Os satélites apresentam-se sob o formato de modelos matemáticos.
c)	Na situação específica de controle ambiental é boa, pois apresenta informações passíveis de serem lidas pela maioria da população.
d)	A faixa de varredura é de 30 m, segundo as Ciências Geodésicas uma faixa desse tamanho é considerada plana, no entanto, os satélites possuem câmeras fotográficas adaptadas para converter essas imagens em formas planas.

**Quadro 10 - Padrão de resposta da atividade 4**

Fonte: Autoria própria

QUESTÃO	CATEGORIA/RESPOSTA	%
a)	Por meio das imagens de satélite.	100
b)	Apresenta-se como modelo matemático para a produção de imagens e cálculos.	80
	Apresenta-se sob a forma de: estatística, cálculo de áreas, perímetro, lógica Matemática.	20
c)	Ajuda nos estudos dos impactos ambientais.	100
d)	Próximo ao padrão de resposta esperado.	87
	Sem resposta	13

**Quadro 11 - Categorização dos dados da atividade 4**

Fonte: Autoria própria

A atividade foi elaborada apresentando situações teóricas envolvendo tanto a Matemática, quanto o CTS, a pretensão era fazer com que os alunos percebessem a estreita relação existente entre as duas ramificações educacionais; outro detalhe é a ideia do ensino da Matemática com o enfoque CTS estar permeando o ensino do conteúdo sem que ele se torne cansativo. Para D'Ambrósio (2005) a incorporação de toda a tecnologia possível nas aulas de Matemática tende a enriquecer o ensino. (SKOVSMOSE, 2007, p. 155-166) discute o *aparato da razão*<sup>2</sup> e diz que a Matemática ajuda o ser humano a criar imaginação tecnológica;

<sup>2</sup> O aparato da razão é definido pelo autor sob cinco aspectos: a) o aparato da razão é uma complexidade construída, inclui várias técnicas científicas e tecnológicas cruciais para o desenvolvimento e manutenção tecnológica; b) o aparato da razão estabelece propensões da sociedade para uma ação sociotecnológica – uma hiperconstrutividade, uma dinâmica selvagem, torna-se possível pela Matemática em ação (no trabalho, na economia, na fabricação e no projeto). c) o aparato da razão está se desenvolvendo em saltos imprevisíveis. De acordo com o sugerido por Karl Popper, o desenvolvimento científico segue uma rota fluida, enquanto Thomas Kuhn sugere que a ciência se move para frente por meio de saltos, de tal maneira que chegamos a perder a orientação do que poderia ser chamado progresso. Revoluções em ciência representam mudanças conceituais fundamentais. Mas nenhuma dessas duas apresentações do desenvolvimento científico captura o desenvolvimento do aparato da razão. Novas competências são continuamente postas nessa enorme caixa de

proporciona um conjunto de possíveis alternativas; ajuda a esclarecer detalhes de situações hipotéticas particulares; “e quando uma opção tecnológica é colocada em operação, a Matemática é instalada em nossas práticas diárias. Contudo eu (o autor referindo-se a ele mesmo) não tenho meios adequados de aprender a complexidade desse processo”. O processo deve ser lido aqui, como o modelo matemático em operação. O mesmo autor continua, “o aparato da razão – construído por nós, mas, apesar disso, operando fora de nosso controle – pode produzir horrores, assim como, maravilhas”. Em consonância com as conclusões dos autores comparando a resposta esperada, Quadro 10 com aquelas coletadas e categorizadas, Quadro 11, e ainda relacionado-as com aquelas do início da aplicação da pesquisa, observa-se uma evolução acentuada nos conceitos, no entanto, o conhecimento adquirido pelos alunos ainda é pequeno frente ao termo CTS e o que ele envolve. Ressaltando que as imagens coletadas por meio dos satélites, foram analisadas pelos envolvidos na pesquisa, do ponto de vista social, como um produto tecnológico positivo.

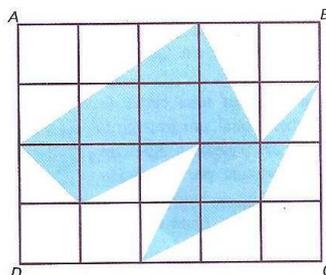
#### 4.4.1.5 Atividade 5

Nessa atividade, a qual configura uma questão de vestibular, a pretensão do elaborador da questão é que o aluno calcule a área da figura de modo exato. Pode-se observar que se a figura na cor azul for dividida em triângulos é possível chegar nesse resultado exato, mesmo utilizando as quadrículas. O que se pretende aqui é gerar discussão sobre a exatidão e a inexatidão nas medidas.

---

ferramentas do projeto tecnológico. Está longe o caso das ferramentas dessa caixa terem que se desenvolver a partir de rascunhos. As ferramentas poderiam já existir na forma de um discurso científico ou em termos de teoria científica, embora não reconhecida como uma possível ferramenta tecnológica. d) o aparato da razão inclui novos padrões de qualidade – enquanto a metodologia científica encaminha qualidade de pesquisa em termos de conceitos como “verdade”, “probabilidade”, “justificativa”, o aparato da razão funciona em um contexto de construções onde a qualidade dos resultados é encaminhada em diferentes termos. Assim, um projeto ou uma fabricação podem ser bonitos, não muito caros, fáceis de implementar, fáceis de manusear, confiáveis etc. Naturalmente, eles também podem ser desajeitados, arriscados, impossíveis de vender etc. e) o aparato da razão representa a unificação do conhecimento do poder – o aparato da razão é uma constelação de conhecimento disponível, de tecnologia já desenvolvida, interesses políticos e econômicos e prioridades que estabelecem as possibilidades de novas instruções em tecnologia.

(Covest-PE) na figura abaixo o retângulo ABCD de lados 4 e 5 cm foi dividido em quadrados de 1 cm. Qual é a área da região colorida?



QUESTÃO	PADRÃO DE RESPOSTA ESPERADO
5	8 cm <sup>2</sup>

Quadro 12 - Padrão de resposta da atividade 5

Fonte: Autoria própria

QUESTÃO	CATEGORIA/RESPOSTA	%
a)	8 cm <sup>2</sup>	11
	9,5 cm <sup>2</sup>	49
	8,5 cm <sup>2</sup>	40

Quadro 13 - Categorização das respostas da atividade 5

Fonte: Autoria própria

A questão foi resolvida por meio da estratégia de cálculo por falta e por excesso, na qual pode ocorrer um número não inteiro, no entanto a resposta esperada é um número inteiro. Tendo em vista que a questão refere-se a um concurso público, caso seja aberta, o aluno poderá incorrer em erro. Salienta-se que o trabalho realizado nesta oficina é para tornar o aluno consciente de que o ato de medir um mesmo objeto, em geral, leva a resultados aproximados e esses resultados inexatos são inerentes à própria Matemática. No entanto, como é o caso da situação em questão, que se trata de uma estratégia de seleção, as medidas adotadas são exatas considerando toda a situação como exata, sem falhas. Essa clareza de concepção da Matemática, por um momento, exata e por outro, inexata, tem que ser muito bem enfatizada, esclarecida para o aluno, de forma que isso seja visto não como um conflito e sim, como uma melhoria. As melhorias na educação Matemática, de acordo com Skovsmose (2000, p. 63) “estão intimamente ligadas à quebra de contrato didático”. Ele sugere “desafiar o Paradigma do Exercício, isso pode ser visto também como uma sugestão de quebrar o contrato da tradição da Matemática escolar”. O paradigma do exercício, parte do princípio de que existe apenas uma resposta correta para as situações matemáticas, o autor acredita que é mais importante analisar os diferentes tipos de situações com a possibilidade de encontrar

estratégias utilizando os conceitos matemáticos, do que simplesmente resolver exercícios. E complementa que muitas vezes, só fazendo exercícios, os alunos não aprenderão Matemática para toda a vida, mas na prática de resolução de listas de exercícios em busca das respostas certas aprenderão as regras e como ocorre o jogo social disciplinado e sem criatividade. O autor complementa que seguir as regras, talvez, seja importante em muitas instituições ou corporações, mas não estabelece a cidadania crítica.

Quanto aos fatos expostos, Skovsmose (2007) menciona a ideologia da certeza, onde o ensino de Matemática é realizado abordando situações “virtuais” e “reais”, as situações virtuais são aquelas em que se espera sempre uma resposta Matemática exata para situações triviais do dia a dia. As reais são aquelas que, de fato, ocorrem no cotidiano, por exemplo, peso ou preço de um produto comprado em quilos. O autor menciona que nas escolas é ensinada a Matemática “virtual” a qual é inútil quando o estudante encontra-se em uma situação “real” e complementa que é necessário que a educação Matemática seja crítica e, mediante essa criticidade, permita aos alunos a percepção da Matemática não apenas como uma ciência dogmática e sim, repleta de possibilidades que possam esclarecer os fatos.

## 4.5 QUARTO ENCONTRO

### 4.5.1 Oficina II

#### **Objetivos**

- Propor o cálculo de áreas de figuras planas sob o enfoque CTS.
- Explorar imagens de satélites como modelos matemáticos.
- Calcular a área de retângulos, por meio de formulações matemáticas.
- Calcular a área de quadrados, por intermédio de formulações matemáticas.
- Evidenciar a inexactidão dos instrumentos utilizados para medir.
- Proporcionar discussão crítica do assunto estudado, por meio de comparações entre áreas.
- Construir 1 quadrado contendo 1 m de lado (simulando uma parede de tijolos).

**Total de horas-aula:** 6 horas/aula.

#### **Materiais Necessários:**

- Fita métrica, trena, ou material similar que contenha pelo menos 1 metro;
- Papel colorido e cola;

- Textos e atividades impressos.

#### 4.5.1.1 Atividade 1 - Cálculo de áreas de figuras planas: retângulos e quadrados.

A atividade foi iniciada com a leitura do texto que aparece na sequência, cada um dos participantes recebeu uma cópia impressa do material contido na oficina II. Depois da leitura foi discutida a problematização produzida com o auxílio de uma imagem coletada no endereço eletrônico do INPE, mostrando um mosaico de polígonos justapostos. Esses polígonos são imagens de satélite e cada uma é uma parte do território varrido pela cobertura de satélites. Outras informações do texto foram utilizadas para a problematização e para as demais atividades contidas na oficina.

### **Ministro reforça operação contra desmatamento na Amazônia**

Novos instrumentos vão auxiliar no combate ao desmatamento na Amazônia. Os dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), via monitoramento por satélites, passarão a ser informados *online* para reforçar o trabalho de fiscalização em campo, em especial nas áreas embargadas.

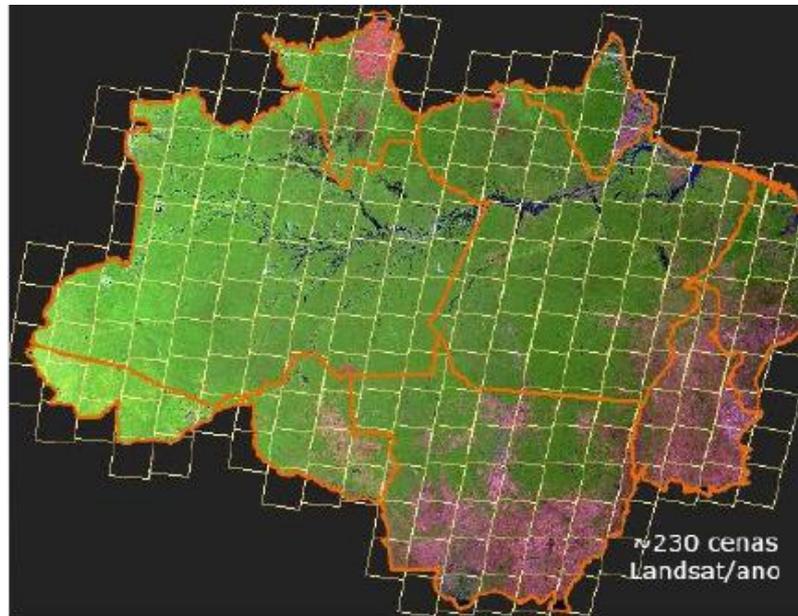
O anúncio foi feito pelo ministro da Ciência e Tecnologia na semana passada. Uma avaliação feita entre os meses de março e abril indicou para o alerta de desmatamento de 593 km<sup>2</sup> na Amazônia. Deste total, 480 km<sup>2</sup> foram verificados no Mato Grosso, 67,2 Km<sup>2</sup> no Pará, 41,3 km<sup>2</sup> em Rondônia, 2,3 Km<sup>2</sup> no Acre, 1,1 Km<sup>2</sup> em Roraima e 0,9 Km<sup>2</sup> no Maranhão.

O ministro também anunciou lançamentos de satélites para os próximos anos na intenção de tornar os dados fornecidos pelo INPE ainda mais precisos. No total, estão previstos investimentos da ordem de R\$ 1 bilhão para uma nova geração de satélites, com ganho para o monitoramento de florestas. “Esse trabalho conjunto vai trazer respostas bem rápidas e mais eficientes para podermos documentar os acontecimentos, sustentar juridicamente o Ministério Público e, ao mesmo tempo, melhorar a nossa política de prevenção com dados de qualidade em tempo real”. (CONSECTI, 2011).

#### 4.5.1.2 Problematização

A Amazônia Legal é composta por vários Estados brasileiros. Para monitorar o desmatamento nesses Estados são necessárias aproximadamente 230 imagens do satélite

Landsat, (retângulos amarelos), como pode ser visto no mosaico da figura. Cada retângulo representa uma cena, isto é, uma imagem com informações sobre desmatamento, queimadas ou preservação do ambiente.



**Figura 4 - Imagem de satélite: polígonos sobre a Amazônia**  
**Fonte: INPE (2012)**

- a) Supondo que cada retângulo da imagem apresentada, possua a base com 1 cm de medida e a altura com 2 cm de medida, qual é a área total encoberta por todos os retângulos?
- b) A área encontrada no item (a) é exata?
- c) A área encontrada por meio das imagens de satélite, depois de passadas por todo um tratamento tecnológico, é exata?
- d) No texto, o ministro da Ciência e Tecnologia deixa subentendidas as implicações da ciência e da tecnologia na sociedade. Destaque uma frase do texto onde isso está implícito, explicando-a.

QUESTÃO	PADRÃO DE RESPOSTA ESPERADO
a)	Aproximadamente 460 cm <sup>2</sup> .
b)	Não é exata, pois as imagens cobrem a área por excesso.
c)	Não é exata
d)	Mercadante também anunciou lançamentos de satélites para os próximos anos na intenção de tornar os dados fornecidos... Ou “Esse trabalho conjunto vai trazer respostas bem rápidas e mais eficientes para podermos documentar os acontecimentos...”

**Quadro 14** - Padrão de resposta da atividade 1

Fonte: Autoria própria

QUESTÃO	CATEGORIA/RESPOSTA	%
a)	Aproximadamente 460 cm <sup>2</sup> .	100
b)	Não é exata.	100
c)	Não é exata.	100
d)	Mercadante também anunciou lançamentos de satélites para os próximos anos na intenção de tornar os dados fornecidos...	40,75
	“Esse trabalho conjunto vai trazer respostas bem rápidas e mais eficientes para podermos documentar os acontecimentos...”	59,25
	Justificativas das respostas	
	A intenção de Mercadante é mostrar à sociedade, de forma mais precisa, a realidade vivida na Amazônia.	55,55
	A tecnologia será utilizada para sustentar possíveis punições para quem desmata e prevenir o desmatamento.	29,65
	Atrair a confiança da sociedade para um sistema tecnológico também de confiança, mais sofisticado, evoluído.	14,80

**Quadro 15** - Categorização das respostas da atividade 1

Fonte: Autoria própria

No início da aplicação da oficina II foi introduzida a noção de medidas de áreas de retângulos e quadrados por meio da utilização de fórmulas; na oficina I foi realizado o estudo de medidas utilizando quadrículas, portanto conduzindo a uma visão geométrica da situação, logo, passou-se de uma visão geométrica (sem abandoná-la), para uma situação de formulações. Quanto a isso Chiummo (1998, p. 37) diz que “a importância da passagem do quadro geométrico para o quadro numérico é fundamental para o completo entendimento do processo ensino-aprendizagem do conceito de área”. Diante disso, os resultados obtidos na atividade mostram que os participantes da pesquisa realizaram a tarefa com desenvoltura, calcularam a área de todos os polígonos, no entanto, por meio da visão geométrica

proporcionada pela imagem de satélite, puderam comprovar que o resultado não era exato. Nota-se, por meio das respostas encontradas no item (d), que os alunos produziram uma opinião considerável sobre a utilização da tecnologia relacionando-a com a sociedade, o enfoque CTS mostra-se eficaz, para Vilches e Furió (1999) os professores terão que se apropriar das novas orientações e entender a importância de novos conteúdos, novos objetivos e metas da educação científica necessária para enfrentar o desafio da formação dos futuros cidadãos do século XXI. De acordo com Angotti et al (2001, p. 185) “nossos conceitos, ideias, relações sociais, limites morais e políticos têm sido reestruturados no curso do desenvolvimento tecnológico moderno”. Conforme Osório (2002) o enfoque CTS é apresentado como um campo de análise adequado para a compreensão e educação do fenômeno tecnocientífico moderno. Diante das considerações feitas pelos autores citados, é notório que as situações que envolvem CTS devem ser discutidas para efeitos de tomada de consciência e, nessa primeira questão da oficina II, parece-nos ter atingido o objetivo.

#### 4.5.1.3 Atividade 2

A atividade 2 foi elaborada com o intuito de deixar os participantes da pesquisa mais à vontade no que se refere ao ato de investigar, a investigação acontece quando uma situação-problema admite um único resultado, porém várias maneiras ou caminhos para se chegar a esse resultado. A sala de aula também se torna um ambiente investigativo, democrático, no entanto sem perder o foco dos objetivos mencionados no início da oficina II.

De acordo com o trecho extraído do texto responda o que se pede:

*“Uma avaliação feita entre os meses de março e abril indicou para o alerta de desmatamento de 593 km<sup>2</sup> na Amazônia. Deste total, 480 km<sup>2</sup> foram verificados no Mato Grosso, 67,2 Km<sup>2</sup> no Pará, 41,3 km<sup>2</sup> em Rondônia, 2,3 Km<sup>2</sup> no Acre, 1,1 Km<sup>2</sup> em Roraima e 0,9 Km<sup>2</sup> no Maranhão”.*

- a) Imagine que a área de desmatamento de 593 km<sup>2</sup>, possua o formato de um quadrado. Qual seria a medida do lado do quadrado imaginado? Faça o esboço do desenho para justificar a resposta.
- b) Depois de encontrar a resposta para a situação do item (a), transforme as medidas para metros e também faça um esboço do desenho.
- c) Em grupos de no máximo 3 pessoas, meça todos os lados da sala de aula e calcule a área (não devem ser computadas as áreas das janelas nem da porta).

Faça um esboço do desenho. Calcule a quantidade aproximada de tijolos que foi utilizada para construir a sala, dado que um tijolo de seis furos mede 14X18 cm.

- d) Com o material disponibilizado pelo professor, construa a simulação de uma parede de tijolos na forma de quadrado com 1 metro de lado.
- e) A resposta que você encontrou pode ser considerada exata?
- f) Faça uma comparação entre o material construído e a área desmatada. Justifique.

QUESTÃO	PADRÃO DE RESPOSTA ESPERADO
a)	Medida do lado aproximadamente 24,35 km
b)	Medida em metros, aproximadamente 24.350 m
e)	Não
f)	Resposta pessoal

**Quadro 16 - Padrão de resposta da atividade 2**

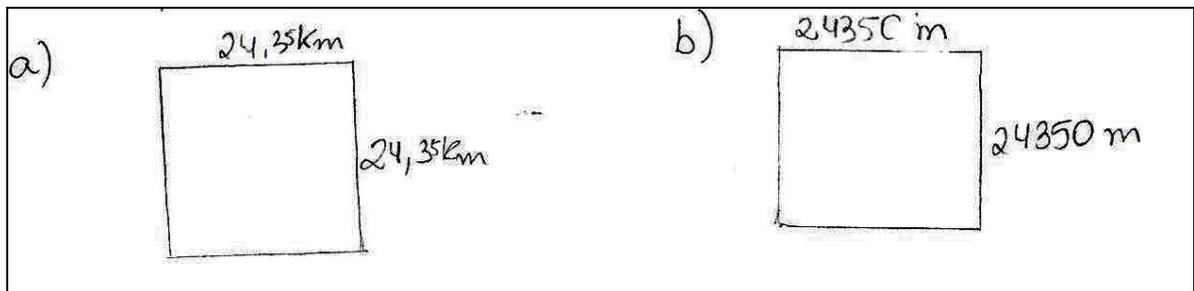
Fonte: Autoria própria

QUESTÃO	CATEGORIA/RESPOSTA	%
a)	Aproximadamente 24,5 km.	100
b)	Aproximadamente 24.350 m	100
d)	Não	100
e)	O cálculo da área desmatada foi realizado por meio de um desenho fotográfico e o da sala de aula por meio de medidas encontradas com a utilização de instrumentos de medidas de forma manual. A área desmatada é muito maior em relação à área da sala de aula, em torno de 2.720 vezes a mais. Seria inviável medir a área desmatada manualmente. Ambas as áreas não possuem medidas exatas.	44,45
	A área da sala é uma medida real. A área desmatada não, pois é uma medida aproximada e fotográfica.	11,15
	A área desmatada é muito maior que a área da sala, podemos verificar que seria inviável medir a área desmatada com uma trena, assim verifica-se a importância da tecnologia.	14,80
	A área encontrada na sala pode ser medida utilizando materiais, como por exemplo, o metro. Representa uma parte pequena se for comparada com a área do desmatamento. Apesar da área desmatada não ser exata ela tem uma boa aproximação da área real, pois foi concebida utilizando-se bons recursos tecnológicos.	29,60

**Quadro 17 - Categorização das respostas da atividade 2**

Fonte: Autoria própria

Nos itens (a) e (b) as respostas encontradas seguiram o padrão presente na figura 5, o desenho apresentado não foi rigoroso em sua forma, pois o pedido na questão era para que fosse apresentado um esboço. Extraíram a raiz quadrada do valor dado da questão e conseguiram chegar num resultado satisfatório. Quanto a isso Chiummo (1998, p. 37-38) diz que se o conceito de área e perímetro for bem explorado por meio de situações que envolvam, por exemplo, o quadriculado, o pontilhado, composição e decomposição de figuras e, por fim, a dedução das fórmulas, os alunos tendem a passar com mais facilidade de um quadro geométrico para um quadro numérico, sabendo também utilizar a ferramenta adequada para atingir o conhecimento e justificar as fórmulas utilizadas. Na referida questão não se encontram ressalvas a fazer.



**Figura 5 - Esboço do desenho de área desmatada**  
**Fonte: Autoria própria**

No item (c) os participantes foram convidados a realizar uma atividade prática, a qual envolvia a medição da sala de aula, para isso foi disponibilizado pelo pesquisador alguns instrumentos para medir: trenas de 5m, 3m e 2m, metro de madeira e réguas.

A atividade foi realizada em grupos de modo que a maneira de medir, a coleta dos dados e a organização ficassem a critério dos envolvidos, pois os trabalhos desenvolvidos sob a perspectiva da Educação Matemática Crítica, tem como base, necessariamente, a dimensão democrática (SKOVSMOSE, 2001). Nas imagens da Figura 6, os trabalhos de medição podem ser observados.



**Figura 6 - Alunos realizando medições da sala de aula**  
**Fonte: Acervo do Autor**



**Figura 7 - Alunos realizando medições na janela da sala de aula**  
**Fonte: Acervo do Autor**

Algumas dúvidas geraram discussões, tais como, se as áreas da porta e das janelas deveriam ser medidas e descontadas ou se deveriam ser consideradas como parte da parede, se as áreas do piso da sala e do teto deveriam ser consideradas ou não. A respeito dessas dúvidas tornou-se necessária a intervenção do professor, que de acordo com Skovsmose (2008) na Educação Crítica a relação entre o professor e o aluno é primordial para a questão democrática. Foi explicado então que as áreas das janelas e porta deveriam ser medidas e descontadas, pois o que se queria era a área da construção em alvenaria, para isso seria necessário estimar a quantidade de tijolos utilizados. Quanto ao teto e chão, apesar dos alunos discutirem que ambos são feitos de laje e que são utilizados tijolos um pouco diferentes para a

sua construção, foi consenso atribuir à construção toda, o mesmo tamanho de tijolo, isto é, com seis furos, com medida superficial de 14 cm x 18 cm, uma vez que a questão pedia para que se medissem todos os LADOS da sala.

O que se pretendia com a atividade era estabelecer um cenário de investigação que nas palavras de (SKOVSMOSE, 2000, p. 6) “é aquele em que convida os alunos a formularem questões e procurarem explicações”. “O convite é simbolizado pelo ‘O que acontece se...’ do professor”. A Educação Matemática Crítica deve mostrar aspectos de democracia, no entanto, dá ênfase ao sentido da Matemática como tal não ser “somente um assunto a ser ensinado e aprendido (não importa se os processos de aprendizagem são organizados de acordo com uma abordagem construtivista ou sociocultural)” (SKOVSMOSE, 2000, p. 2). Tal cenário foi estabelecido e os resultados obtidos seguiram um padrão, o qual pode ser visto na Figura 8, mostrando ser possível trabalhar a Matemática de modo democrático, tendo a própria sala de aula como um cenário para investigação.

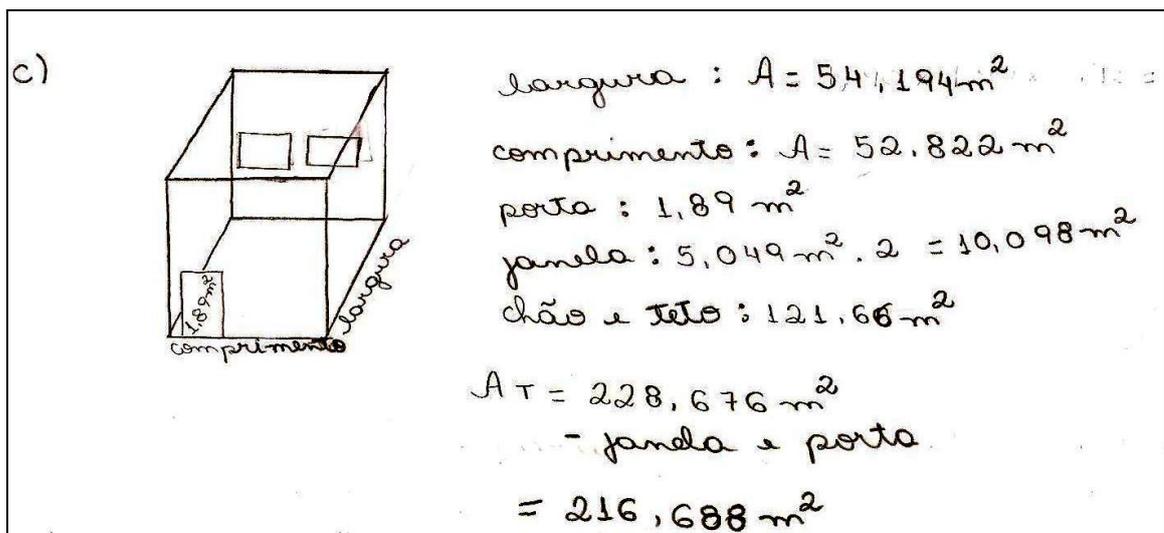


Figura 8 - Esboço do desenho da sala de aula  
Fonte: Autoria própria

Após os alunos terem encontrado a medida aproximada dos lados da sala foi solicitado para que dessem continuidade aos trabalhos, realizando o cálculo de quantos tijolos seriam necessários para aquela construção. As dúvidas estavam em como trabalhar com tais unidades de medida, pois a área encontrada estava em metros e a medida dos tijolos em centímetros. Logo, foi consenso que uma das medidas deveria ser transformada para a mesma unidade de medida da outra, e assim, ao procederem aos cálculos detectaram a quantidade necessária, ou seja, aproximadamente 8.000 tijolos.

Na sequência foi solicitado aos participantes que construíssem uma parede de tijolos (simulação com papel), no formato de quadrado com 1 metro de lado. Para isso, foi disponibilizado para os alunos papéis coloridos e já cortados no formato de tijolo, com a medida de 14 cm x 18 cm. No início das atividades algumas situações interessantes surgiram. Alguns dos participantes tentaram utilizar a mesa para servir de apoio para a construção, no entanto, as medidas não eram compatíveis, a mesa possuía aproximadamente 90 cm de lado, o que tornava inviável construir a suposta parede. Desta forma, parece não ter havido uma relação consciente entre as duas medidas. (Figura 9).



**Figura 9 - Construção sobre a mesa**  
Fonte: Acervo do Autor

Em outro momento não acharam possível quebrar o tijolo para preencher os espaços. (Figura 10).



**Figura 10 - Espaços na construção**  
Fonte: Acervo do Autor

Na sequência tentaram fazer a construção sobrepondo os tijolos, empilhando-os, (Figura 11); entretanto eles deveriam fazer uma espécie de “trançado” com os tijolos (isso faz com que a parede torne-se resistente). (Figura 12).



**Figura 11 - Sobreposição de tijolos**  
Fonte: Acervo do Autor



**Figura 12 - Tijolos “trançados”**  
Fonte: Acervo do Autor

Diante da dificuldade, alguns abandonaram momentaneamente a atividade, por estar incorreta (estava retangular). (Figura 13).



**Figura 13 - Atividade no formato retangular**  
**Fonte: Acervo do Autor**

#### 4.6 QUINTO ENCONTRO – CONTINUAÇÃO DA OFICINA II

##### **Objetivo**

- Verificar o entendimento dos participantes quanto à presença da Matemática no cotidiano.

**Total de horas-aula:** 2 horas/aula.

##### **Materiais Necessários:**

- Atividade impressa.

##### 4.6.1 Atividade 3

Conforme as discussões realizadas nas demais atividades, nas quais foi mencionado um arcabouço de situações em que a Matemática se apresenta diariamente, o objetivo da atividade 3 é de verificar como os participantes assimilaram essa “ideia” e se realmente se apropriaram dela.

Escreva suas considerações sobre a frase: “A Matemática está presente em todos os lugares”.

A referida atividade foi realizada em grupos, cada grupo com 3 integrantes, perfazendo assim 27 participantes. Para a análise e discussão dos dados os grupos foram enumerados de 1 a 9. Alguns dos grupos apresentaram respostas muito parecidas e, portanto, foram divididas em duas categorias.

Categoria 1: Presença da Matemática nas atividades diárias.

Grupos 1, 2, 3 e 6.

*Ao acordarmos olhamos no relógio, ou seja, números; para escovar os dentes precisamos de creme dental e escova, para isso precisamos ir ao supermercado e comprar, isto é, valores, números; enfim, tudo o que se faz durante o dia envolve Matemática. A Matemática está impregnada em tudo na sociedade e as pessoas vivem isso no cotidiano sem compreender realmente o que ela representa.*

Categoria 2: Presença da Matemática nas atividades diárias e algumas implicações na vida do cidadão.

Grupos 4, 5, 7, 8 e 9.

*A Matemática está presente em todos os momentos de nossas vidas, até mesmo num simples passo que damos na rua, no entanto podemos observar a Matemática sendo apresentada na forma de modelos matemáticos tais como: o próprio sistema de satélites que é uma forma de controle, radares, semáforos, caixas eletrônicos. Não é possível ver essa Matemática, mas ela está em tudo. Os modelos matemáticos agregados à tecnologia tendem a ser formas de domínio futuramente. Por exemplo, o uso de celulares que se tornou indispensável, os caixas eletrônicos que nos dizem quanto de dinheiro, no máximo, podemos retirar por dia.*

As respostas dadas encontram eco nas palavras de Paulo Freire, que diz:

*Quando a gente olha o relógio, por exemplo, a gente já estabelece a quantidade de minutos que a gente tem, se acordou mais cedo, se acordou mais tarde, para saber exatamente a hora em que vai chegar à cozinha, que vai tomar o café da manhã, a hora que vai chegar o carro que vai nos levar ao seminário, para chegar às oito. Quer dizer, ao despertar os primeiros movimentos, lá dentro do quarto, são movimentos matematicizados. Para mim essa deveria ser uma das preocupações, a de mostrar a naturalidade do exercício matemático (FREIRE, 2012).*

Apesar do autor não ser um matemático, mas educador, suas palavras refletem bem o raciocínio que um educador matemático deveria ter, frente aos seus educandos. Skovsmose (2007) diz que “não estamos acostumados a pensar em um caixa de supermercado como usando Matemática”. No entanto, a leitura do código de barras, o pagamento com cartão de crédito pressupõe um gigantesco aparato matemático em operação. Ainda menciona a

Matemática sendo utilizada na engenharia, na criptografia, no reconhecimento de voz e de digitais, no reconhecimento de formas, incluindo códigos postais, leitura de cheques em um caixa automático, sistema de posição global (GPS), compreensão de imagens entre outros. Skovsmose é mais incisivo que Freire por considerar essa Matemática, que muitas vezes não é percebida pelas pessoas em seu cotidiano, estar relacionada com modelos matemáticos os quais, em geral, estão relacionados à tomada de decisão e ao poder.

## 4.7 SEXTO ENCONTRO

### 4.7.1 Oficina III

#### **Objetivos**

- Propor o cálculo de áreas de figuras planas sob o enfoque CTS.
- Explorar imagens de satélites como modelos matemáticos.
- Calcular a área de triângulos, por meio de formulações matemáticas.
- Evidenciar a inexatidão dos instrumentos utilizados para medir.
- Proporcionar discussão crítica do assunto estudado, por meio de comparações entre áreas.
- construir 1 triângulo com a áreas de  $1 \text{ m}^2$ .

**Total de horas-aula:** 4 horas/aula.

#### **Materiais Necessários:**

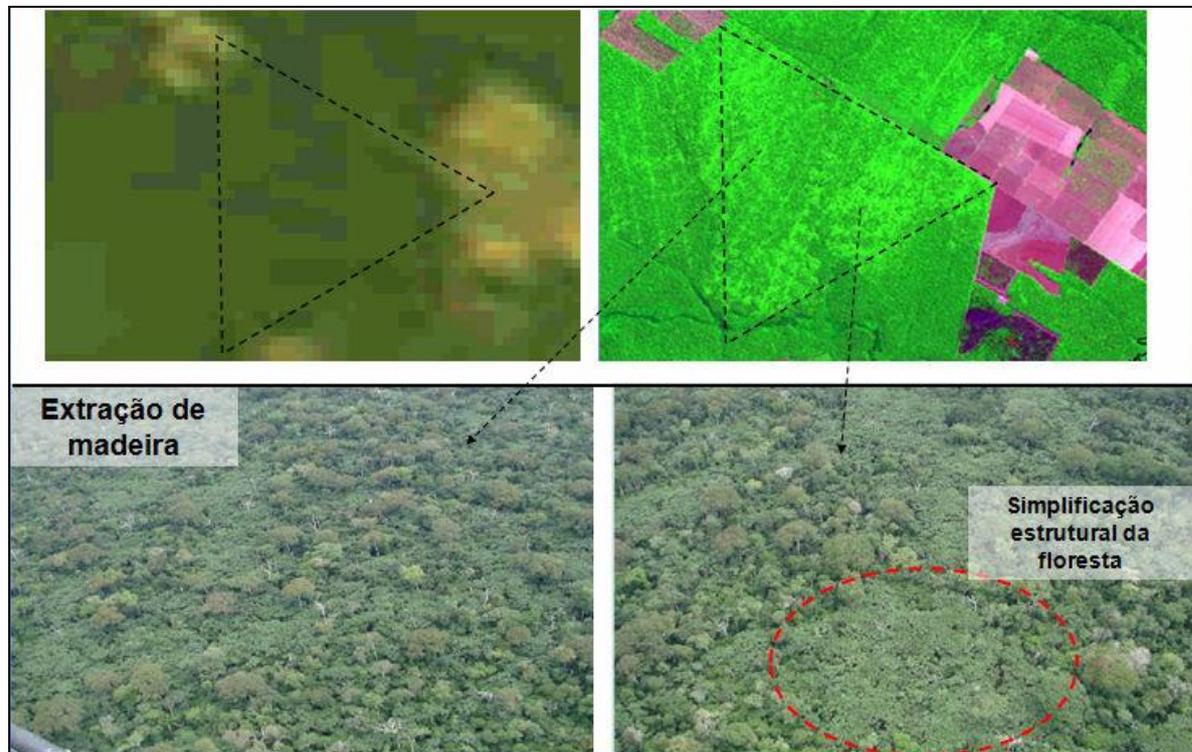
- Fita métrica, trena, ou material similar que contenha pelo menos 1 metro;
- Papel colorido.

#### 4.7.1.1 Atividade 1 - Cálculo de Áreas de figuras planas: Triângulos

A atividade foi iniciada com a leitura do texto: Em que nível tecnológico está o monitoramento por satélite da floresta? Cada participante recebeu uma cópia impressa do material contido na oficina III. Depois da leitura foi discutida a problematização produzida com o auxílio de uma imagem coletada no endereço eletrônico do INPE, a qual apresenta áreas de floresta degradada, também mostra um histórico sobre as observações feitas durante vários anos desse mesmo local. Outras informações do texto foram utilizadas para a problematização e para as demais atividades contidas na oficina.

## Em que nível tecnológico está o monitoramento por satélite da floresta?

A ciência amadureceu há mais de duas décadas para monitorar o desmatamento. Contudo, ainda temos grandes desafios na vigilância da degradação florestal da Amazônia, porque existem vários níveis de deterioração, entre eles corte seletivo, fogo e extração madeireira recorrentes, além de exploração de baixo impacto, mecanizada ou não, mais difícil de detectar por satélite. O grande desafio é fazer com que o satélite distinga esses diferentes tipos de degradação. A tecnologia já está economicamente acessível e existem vários dados de satélites de domínio público. O Brasil tem sistemas operacionais próprios desde o fim da década passada: o Prodes e o Deter, ambos do INPE. São bastante confiáveis e têm reconhecimento internacional. Em 2006, o Imazon criou o Sistema de Alerta de Desmatamento (SAD), que monitora estradas e exploração madeireira. (Souza, C. A tecnologia contra o desmatamento. Disponível em: <http://viajeaquí.abril.com.br/national-geographic/>. Acesso 21/08/2011



**Figura 14 - Imagem de satélite floresta degradada**  
**Fonte: INPE (2008)**

### 4.7.1.2 Problematização

A figura representa a descrição do ponto B1, da imagem referente ao percurso 2 apresentada nos exercícios complementares da Unidade de ensino I. A classificação do estado da floresta é de “Degradação Florestal - Intensidade leve”, com o seguinte histórico:

HISTÓRICO					
1990	2000	2003	2004	2006	2007
Floresta/ capoeira	Cicatriz de fogo florestal	Floresta degradada	Floresta degradada	Floresta degradada	Floresta degradada (sem Alerta)
DESCRIÇÃO DE CAMPO					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simplificação estrutural da floresta que pode ter sido causada por extração seletiva de madeira</li> </ul>					

**Figura 15 - Tabela com histórico de degradação da Floresta**

Fonte: INPE (2008)

A imagem foi estruturada por meio dos dados coletados por satélites e tratada pelos responsáveis pelo Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia (PRODES) e pelo Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real (DETER).

Por intermédio do histórico da área observada, pode-se perceber que a ciência e a tecnologia cumpriram seu papel informativo, no entanto no período compreendido entre o ano de 2000 a 2007 a floresta permaneceu degradada.

- Você acredita que faltou fiscalização no local? Por quê?
- Na imagem destaca-se a figura de um triângulo, com o auxílio de uma régua meça os três lados e a altura.
- Como você faria para calcular a área desse triângulo?
- A maneira que você encontrou para realizar os cálculos do item (c) vale para todos os triângulos?
- Com o material disponibilizado pelo professor, construa um retângulo. Encontre o ponto médio de um dos lados maiores do retângulo. Ligue o ponto médio aos vértices correspondentes ao lado oposto.
- Recorte o triângulo com o auxílio de uma tesoura. O que você observou com relação ao triângulo recortado e as sobras do papel?

As atividades foram realizadas em pequenos grupos e, na sequência, os resultados foram socializados em um grande grupo. Dessa socialização, elegeu-se uma resposta para cada questão.

Questão (a)

*Sim, faltou fiscalização. Os satélites realizam a tarefa de forma rápida. No entanto as equipes responsáveis pelo trabalho terrestre nem sempre são suficientes, o território é grande e nem sempre há tempo hábil para coibir o desmatamento. Parece haver um problema com funcionários e, portanto, político.*

Questão (b)

O valor encontrado foi de aproximadamente 4,3 cm em cada lado e aproximadamente 3,2 cm de altura. O triângulo é equilátero.

Questão (c)

Foram citadas duas maneiras de realizar a tarefa, ambas utilizando-se de fórmulas, isto é  $A = \frac{\ell^2 \sqrt{3}}{4}$  e  $A = \frac{b.h}{2}$ .

Questão (d)

Para todos os triângulos utilizariam apenas a fórmula  $A = \frac{b.h}{2}$ .

Questão (e)

Para a realização da tarefa foi disponibilizado para cada participante um retângulo de papel colorido com medida qualquer (poderia ser um quadrado). As recomendações constantes no enunciado foram seguidas e o resultado obtido pode ser visto na Figura 16.





**Figura 16 - Imagens da realização da tarefa do item (e) da atividade 1**  
**Fonte: Acervo do Autor**

#### Questão (f)

Depois de realizada a tarefa do item (e) os participantes chegaram à seguinte conclusão: “As sobras formam outro triângulo igual ao recortado”.

Ou, “Colocando dois triângulos que sobraram sobre o triângulo maior, verifica-se que a sobra é igual ao primeiro triângulo”.

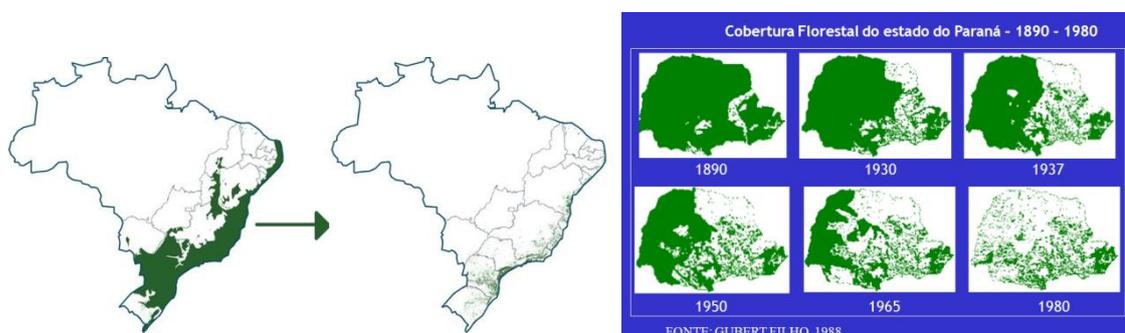
No item (a) a resposta dada para a questão sugere um encaminhamento para a crítica social, para a falta de políticas públicas do governo, tanto na esfera Estadual quanto Federal e, com relação a isso, Sebastian (2000) observa que, em primeira instância, deve-se reforçar o papel instrumental da ciência e da tecnologia como um fornecedor de conhecimento e tecnologia para promover um bom governo, isto é, para promover a equidade, democracia, segurança, a coesão social e o bem-estar da sociedade como um todo. Este governo, portanto, deveria prover a sociedade preservando-a dos impactos da ciência e da tecnologia, com melhor administração logística para a proteção ambiental.

Nos demais itens Os Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática para o Ensino Médio (BRASIL, 2000), mencionam que as habilidades de visualização, desenho, argumentação lógica e de aplicações geométricas na representação e visualização de partes do mundo que o cerca. Nesse sentido, Fonseca et al (2002) e Fainguelernt (1999) sugerem práticas de oficinas para uma possível mudança no ensino de Matemática, mais especificamente de geometria. Percebe-se que as argumentações feitas pelos autores citados frente às respostas, corretas, encontradas pelos envolvidos na pesquisa, tendem a valorizar as formas diferenciadas de ensino da Matemática.

#### 4.7.1.3 Atividade 2

Para mostrar como o envolvimento do enfoque CTS é dinâmico, optou-se em desenvolver essa atividade mostrando o que ocorreu e ainda ocorre em outros Biomas brasileiros: ao visualizar os mapas percebe-se a crescente invasão agrícola desordenada no Estado do Paraná. A questão aqui é discutir como e por quais motivos isso ocorreu. Articulando o enfoque CTS com a Matemática Crítica objetiva-se lançar um olhar crítico sobre os impactos da ciência e tecnologia no meio rural. Outro apontamento importante é o estabelecimento de um cenário de investigação, propondo construções por meio de material concreto e fazer comparações entre as medidas de áreas apresentadas.

Na figura são apresentados dois mapas do Brasil, a região em verde refere-se ao bioma Mata Atlântica, o primeiro mapa apresenta um panorama da Mata Atlântica no ano de 1500 o outro é dos tempos atuais.



Nas outras figuras são apresentados os mapas do Estado do Paraná entre 1890-1980, referem-se à cobertura florestal da Mata Atlântica mostrando a evolução do desflorestamento que vem ocorrendo desde o descobrimento do Brasil. Como pode ser observada, a área que compreende a cidade de Cascavel e outras cidades do Estado do Paraná, no ano de 1890, era

totalmente encoberta pela floresta. A cidade de Cascavel, no Paraná, possui uma área aproximada de 210.075 hectares (ha), dos quais, a área de 20.864 ha é de remanescentes da Mata Atlântica. (FUNDAÇÃO, 2012).

De acordo com as informações fornecidas responda:

- a) No ano de 1890 os avanços científicos e tecnológicos não eram tão evoluídos em comparação com os tempos atuais. Qual é a relação da ciência e da tecnologia com o panorama da Mata Atlântica em 1980?
- b) Um hectare corresponde a quantos metros quadrados?
- c) Um alqueire são quantos hectares?
- d) Em metros quadrados, um alqueire representa quanto?
- e) É possível obter um hectare no formato de um triângulo? Explique como.
- f) Construa com o material disponibilizado um triângulo com um metro quadrado.

Anote o procedimento que você utilizou.

Para esta atividade as respostas foram as seguintes:

Questão (a)

*O que parece ter havido é um avanço na agricultura, em função disso houve muito desmatamento. Já em 1980 parece que a tecnologia agrícola já estava mais evoluída, é uma questão de sobrevivência, é próprio do ser humano se instalar próximo aos locais onde existe água e alimento, portanto as cidades vão se constituindo. Quanto mais pessoas, mais alimentos têm que ser produzidos, para uma grande produção e viabilidade de custos torna-se necessária a utilização de tecnologias que substituam o trabalho humano. Também precisamos observar que a agricultura desse porte, além de visar lucro, está sob o poder de grandes latifundiários, isto é, poucas pessoas.*

No item (a) a resposta dada pelos envolvidos na pesquisa, relaciona o desmatamento da Mata Atlântica com a produção agrícola apoiada no avanço tecnológico. Isso foi verificado no trabalho de Neves (2006, p. 67) onde a autora, ao fazer um estudo estatístico sobre o desmatamento da Mata Atlântica, aponta que:

Existe correlação positiva entre desmatamento e o crescimento no número de tratores, indicando forte mecanização. Por essas razões, a relação positiva entre desmatamento e cultivo não se traduziu em aumento do pessoal ocupado na agricultura: se houve aumento da área, foi ocupado por tratores, não por trabalhadores.

Fica clara aqui, pelo menos atualmente, que existe um domínio de artefatos tecnológicos no campo, não só tratores, mas outras tecnologias bastante aprimoradas.

Questão (b)

Um hectare corresponde a 10.000 m<sup>2</sup>.

Questão (c)

Um alqueire corresponde a aproximadamente 2,4 hectares.

Questão (d)

Um alqueire representa 24.200 m<sup>2</sup>.

Questão (e)

Os participantes esboçaram a figura de um triângulo com a base medindo 100 m e a altura com 200 m.

Outros imaginaram e esboçaram a figura de um triângulo com a base medindo 1000 m e a altura com 20 m.

Nos itens (b), (c), (d) e (e), as situações trabalhadas envolvendo as medidas agrárias chamaram a atenção, pois uma parte considerável dos envolvidos na pesquisa não sabia as medidas de um alqueire e de um hectare de terra. Knijnik (1996) falando no contexto do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra, MST, menciona:

É, pois, a medição da terra - conhecida no movimento como “cubação da terra” - de grande relevância para as mulheres e homens que vivem no campo. Em meu trabalho de pesquisa, tenho encontrado nos distintos grupos do Movimento Sem-Terra com quem tenho tido contato, práticas matemáticas de lidar com a cubação da terra diferentes das praticadas pelos órgãos oficiais, baseadas nos procedimentos da matemática acadêmica. Os métodos populares de cubar a terra produzem resultados que majoram os obtidos pelos métodos acadêmicos, coincidindo com estes quando a terra é, por exemplo, de forma quadrada. Ademais, os métodos populares calculam a área da superfície da terra a ser cultivada - o que é conhecido como área efetiva, enquanto órgãos como o INCRA e agências de financiamento agrícola têm como referência a área topográfica, que, por se constituir em uma projeção plana, dependendo das elevações do terreno, é muito menor. Em resumo, os métodos populares de cubação da terra apresentam características distintas dos acadêmicos, produzindo confrontos muitas vezes difíceis de serem contornados. (KNIJNIK, 1996, p. 38-39).

Reside aqui a importância de saber as medidas agrárias. Não se faz necessário o aluno possuir uma extensão de terra para entender as discussões políticas que envolvem a produção agrícola e os movimentos sociais do campo, no entanto, esse saber é essencial.

Vale mencionar que as respostas encontradas pelos envolvidos na pesquisa, já eram esperadas, pois houve troca de informações entre os mesmos, devido ao ambiente de discussão e diálogo que se estabeleceu.

Questão (f)

Com o desenvolvimento da atividade esperava-se que os participantes construíssem, de modo geral, um triângulo retângulo com 2 metros de comprimento e 1 metro de altura, ou vice-versa, contudo isso não ocorreu, nem por isso houve erro na efetivação da atividade. Como pode ser observado a seguir, a atividade foi desenvolvida em 3 grupos e, as imagens do processo, nas Figuras 17, 18, 19 e 20 podem ser vistas, com a devida descrição do procedimento adotado.

Grupo 1

“Desenhamos um retângulo de 2m X 1 m”.



**Figura 17 - Desenho do triângulo do Grupo 1**  
**Fonte: Acervo do Autor**

“Encontramos o ponto médio da base e ligamos aos vértices opostos, eliminamos os excessos e encontramos o triângulo de  $1 \text{ m}^2$  de área”. De forma inconsciente o processo aqui relatado, provavelmente, deve ter seguido algum tipo de raciocínio matemático com base em formulações Matemática, talvez a habitual  $(bxh)/2$ . A mesma observação vale para os demais grupos.



**Figura 18 - Construção do triângulo – Grupo 1**  
**Fonte: Autoria própria**

Grupo 2

“Foi construído um triângulo de base 2 m e altura 1 m, com o auxílio de trenas”.



**Figura 19 - Construção do triângulo – Grupo 2**  
**Fonte: Acervo do Autor**

Grupo 3

“Construímos um triângulo isósceles, com a base de 1 m e a altura de 2, formando assim um triângulo com  $1\text{m}^2$  de área”.



**Figura 20 - Construção do triângulo – Grupo 3**  
**Fonte: Acervo do Autor**

Em relação ao item (f), é provável que o sucesso na construção dos triângulos se deva aos direcionamentos dados nos trabalhos realizados com áreas envolvendo critérios metódicos desde o início das oficinas, quadrículas, cálculo da área por falta e excesso, reconhecimento das superfícies com mais regularidade geométrica ou menos regularidade e as formulações matemáticas. Quanto a isso D’Ambrósio (2002, p. 22) observa que entre as diferentes maneiras de “fazer e de saber, algumas privilegiam comparar, classificar, quantificar, medir, explicar, generalizar, inferir e, de algum modo, avaliar”. O autor se refere a um saber ou fazer matemático na busca de explicações e de maneiras de lidar com o ambiente imediato e remoto. É óbvio que, esse saber ou fazer matemático deverá ser trabalhado dentro de um contexto natural e social. Outra observação importante é o fato de parecer impossível dissociar o trabalho com medidas das figuras geométricas. Nessa questão estabeleceu-se mais um cenário de investigação, os (PCNEM) mencionam que:

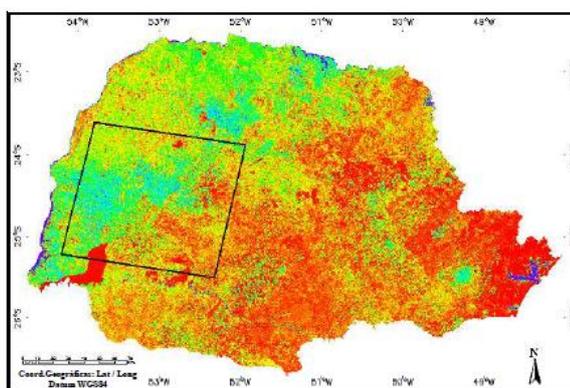
O conhecimento do sentido da investigação científica, de seus procedimentos e métodos, assim como a compreensão de que estão associados à continuidade entre eles e os métodos de produção tecnológicos, é algo que se desenvolve em cada uma das disciplinas da área e no seu conjunto. Isso se traduz na realização de medidas, na elaboração de escalas, na construção de modelos representativos e explicativos essenciais para a compreensão de leis naturais e de sínteses teóricas. (BRASIL, 2000, p. 24-25).

Aparentemente a atividade é muito comum, no entanto, ao analisar com mais profundidade a situação, percebe-se que vários processos cognitivos são desencadeados, principalmente quando o processo de ensino requer algum tipo de construção sistematizada.

#### 4.7.1.4 Atividade 3

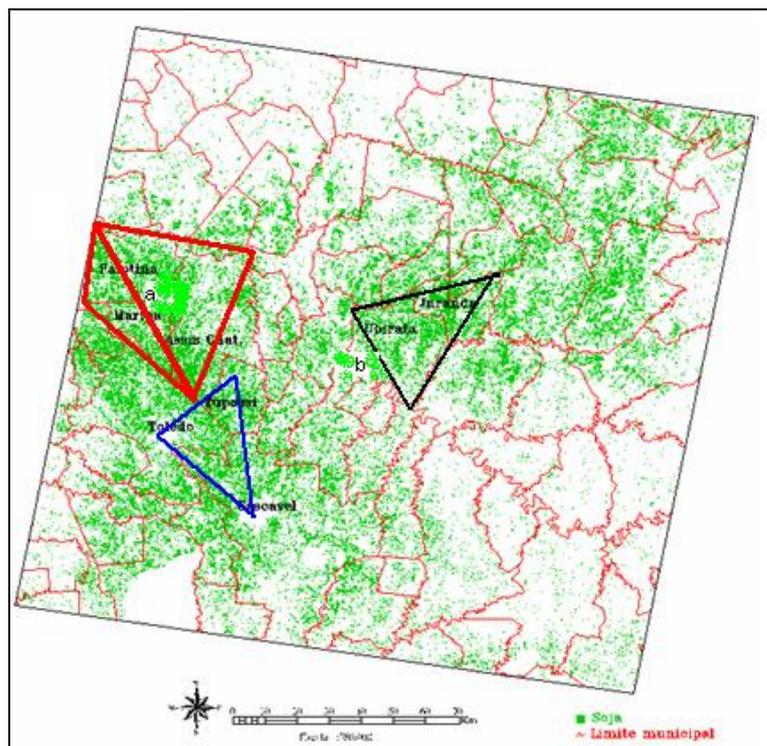
Para mostrar como o envolvimento do enfoque CTS é dinâmico (do mesmo modo que a atividade 2), optou-se em desenvolver essa atividade mostrando imagens de áreas plantadas com soja, já que a agricultura foi um dos fatores determinantes para a derrubada de quase toda a Mata Atlântica no Paraná. Também era objetivo da atividade que os participantes utilizassem fórmulas matemáticas para a realização dos cálculos.

A agricultura foi um dos fatores que determinaram a quase extinção da Mata Atlântica, desmatou-se sob a justificativa da produção de alimentos. No mapa do Estado do Paraná destaca-se um polígono envolvendo várias cidades da região Oeste do Estado. A imagem foi gerada pelo Satélite Landsat, e mostra a área plantada com soja (monitorada nas safras 2003/2004 e 2004/2005).



**Figura 21 - Polígono da região oeste do Estado do Paraná**  
**Fonte: Mercante (2007)**

Nesta outra imagem é apresentada, de maneira mais aproximada, com pigmentação verde, a área plantada com soja.



**Figura 22 – Área plantada com soja**  
**Fonte: Mercante (2007)**

- Suponha que o triângulo azul é retângulo no ponto que representa a Cidade de Toledo, que a distância entre Cascavel e Toledo é de 40 km e entre Toledo e Tupãssi é de 20 km. Calcule a área desse triângulo.
- Nos triângulos vermelhos o lado  $a$  100 u.m., a altura do triângulo maior é de 30 u.m. e a do menor é de 10 u.m. Calcule as áreas dos triângulos.
- O lado  $b$  do triângulo preto mede 26 km e a área é de aproximadamente  $900 \text{ km}^2$ , calcule a altura.
- A ciência e a tecnologia estão presentes na produção de alimentos, tanto na agricultura familiar quanto no agronegócio. Partindo dessa afirmativa, faça duas considerações positivas e duas negativas com relação a isso.
- A área de soja plantada para a safra de 2010/2011 foi de 4,48 milhões de hectares (<http://economia.ig.com.br/empresas/agronegocio>). Transforme esse valor em metros e faça uma comparação com o quadrado que você já construiu, depois compare com o triângulo construído. Qual é a conclusão que você chegou?

As respostas encontradas por todos nas atividades (a), (b) e (c) foram  $400 \text{ m}^2$ ,  $1.500 (\text{u.m.})^2$ , e  $500 (\text{u.m.})^2$  e  $69,23 \text{ km}$ , as quais já eram esperadas. Segundo Cavanagh (2008) desenvolver as fórmulas de área de forma mais lenta permite que os alunos possam

desenvolver uma sólida compreensão conceitual com uma base também sólida para futuros trabalhos na medição de áreas. Isso também oferece muitas oportunidades para se discutir prováveis equívocos que surjam inevitavelmente, e que possam se constituir em algum tipo de obstáculo na continuação da aprendizagem. Nas palavras do autor, encontra-se base para afirmar que não parece ter havido algum tipo de obstáculo na atividade, pois como pode ser observado, os resultados encontrados foram os mesmos e estão corretos.

Na atividade (d) as respostas, em geral, apresentavam opiniões em comum. Em conjunto com os participantes, foi então elaborada uma resposta de modo que englobasse todas as opiniões, a saber:

*“As tecnologias possibilitaram ou possibilitam o avanço no processo de produção agrícola em larga escala, isto é, melhoria na produção de alimentos e demais cultivares, mas também, provocaram impactos, como por exemplo, o próprio desmatamento”.*

Na situação expressa pelos envolvidos na pesquisa apresenta-se uma visão coerente da tecnologia em sintonia com o enfoque CTS, esse tipo de opinião, de conscientização, encontra sustentação no seguinte comentário:

As avaliações da ciência e da tecnologia e de suas repercussões na sociedade precisam seguramente tomar rumos mais claros e intensos nas atividades didáticas. Estes debates e discussões têm se tornado permanentes na grande maioria das instituições de ensino no mundo todo, realçando a sua pertinência e reforçando a necessidade de seguir o mesmo caminho nas escolas que trabalham a ciência e a tecnologia no Brasil. E não se trata de avaliar apenas os possíveis impactos que fatalmente a ciência e a tecnologia causam e causarão na vida de todos nós, mas sim, e principalmente, descobrir o irreversível a que tais usos nos conduzirão. (BAZZO, 1998, p.).

Para o autor existem situações irreversíveis no tocante ao uso das tecnologias. De fato, no contexto aqui estudado, basta visualizar as imagens de satélite em que a pigmentação verde é a área em que predomina o plantio de soja. É viável acreditar que a Mata Atlântica será restaurada?

Na outra resposta os acadêmicos dizem que:

*A ciência e a tecnologia proporcionaram o surgimento de novos agrotóxicos, transgênicos, monopólio na utilização de sementes e adubos. Os grandes proprietários de terra, aqueles sem consciência ambiental, visando lucro, acabam desmatando, envenenando e provocando impactos ambientais devastadores.*

Isso de fato parece ser o que está ocorrendo, pois com base em (FUCK; BONACELLI, 2008 p. 21) o Brasil conta com a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), que é composta por representantes da comunidade científica, da sociedade civil e do Governo Federal, a qual tem a finalidade de controlar todo e qualquer tipo de inserção transgênica no meio ambiente, “emitindo parecer técnico conclusivo e encaminhando-o aos Ministérios da Saúde, do Meio Ambiente e da Agricultura, para decisão final”. De acordo com Castro (2006), a (CTNBio), a partir de 1996 autorizou as pesquisas com plantas transgênicas no Brasil.

“Em meados de 1998, a Monsanto solicitou à CTNBio a autorização para cultivo e comercialização da soja RR<sup>3</sup> em solo brasileiro. Após análise, a Comissão emitiu um parecer favorável à solicitação, sem recomendar um estudo de impacto ambiental”. (FUCK; BONACELLI, 2008, p.22). Na Argentina existe a *Comisión Nacional de Biotecnología* (CONABIA), que informou a liberação para comercialização de doze “eventos”, sendo eles:

Nove para milho (variedades com resistência a insetos, tolerância ao glifosinato de amônio, tolerância ao glifosato ou mais de uma dessas características); dois para algodão (uma com resistência a insetos e outra com tolerância ao glifosato); e um de soja com tolerância ao glifosato. Dos doze eventos liberados, a Monsanto foi a solicitante de cinco, a Dow Agro e a Pioneer são responsáveis por outros dois, e a Nidera, Ciba-Geigy, AgrEvo, Novartis e Syngenta possuem um “evento” cada. (FUCK; BONACELLI, 2008, p.21).

As informações obtidas até aqui mostram que a ciência e a tecnologia estão envolvidas de forma implícita no uso de sementes, domínio de mercado e produção de transgênicos. A preocupação da sociedade deveria estar voltada para essas sementes resistentes aos agrotóxicos, principalmente o glifosato, uma vez que a planta transgênica, sendo mais resistente, evidencia maior utilização de veneno. O mais animador é poder verificar opiniões mais críticas dos envolvidos na pesquisa, frente aos temas controversos que envolvem a CTS.

Na atividade (e) “o valor encontrado foi de  $4,48 \times 10^{10} \text{ m}^2$ , ou seja, imaginemos um quadrado com 211.660.104 metros de lado. É uma área enorme, difícil até de imaginar”.

---

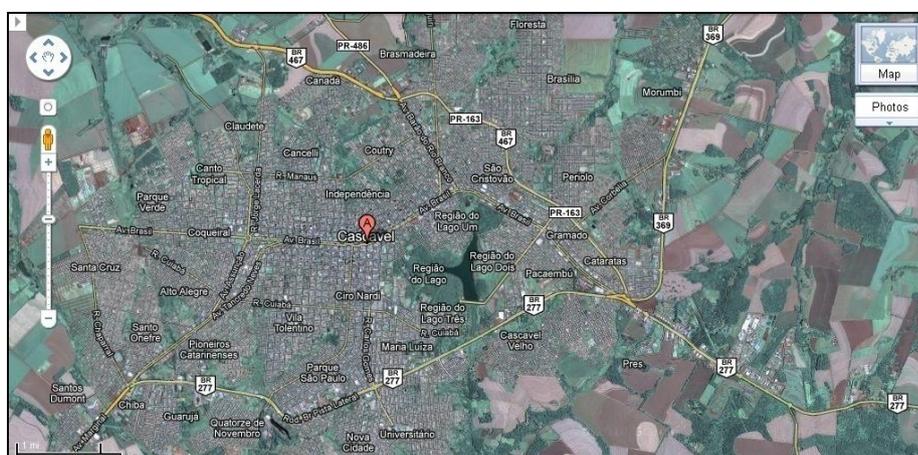
<sup>3</sup> RR: O produto Roundup Ready® foi desenvolvido para uso exclusivo em pós-emergência de variedades de soja geneticamente modificadas tolerantes ao glifosato, sendo o primeiro aprovado para aplicação na pós-emergência da cultura da soja. Disponível em: [http://www.monsanto.com.br/produtos/sementes/soja\\_roundup\\_ready/sistema\\_soja\\_rr/sistema\\_soja\\_rr.asp](http://www.monsanto.com.br/produtos/sementes/soja_roundup_ready/sistema_soja_rr/sistema_soja_rr.asp).

No comentário explicitado apresenta-se um senso de comparação entre unidades da mesma espécie, quanto a isso, encontra-se respaldo em Caraça (1952) ao relatar que o ato de medir requer uma comparação, mas apenas isso não se faz suficiente. É necessário também que se estabeleça uma única unidade de medida que possa expressar o número de vezes que a unidade escolhida caberá naquilo que se quer medir.

#### 4.7.1.5 Atividade 4

Ainda mencionando a dinâmica que se pode obter por meio da utilização do enfoque CTS no ensino de Matemática, na tentativa de conscientizar o aluno com relação à utilização da tecnologia tendo como base os modelos matemáticos, a atividade busca proporcionar uma discussão de como a tecnologia pode ser utilizada nas áreas urbanas como forma de controle em situações cotidianas.

As imagens geradas por meio de satélites também são importantes para se constatar a estrutura e o crescimento das cidades. Por meio de tais imagens é possível realizar o planejamento urbano.



**Figura 23 - Imagem de satélite da Cidade de Cascavel**  
**Fonte: Google Maps**

- a) No contexto da situação em discussão, a tecnologia vem apresentada sob a forma de modelos matemáticos. Tais modelos, na maioria das vezes, são utilizados para tomar decisões, excluindo a possibilidade de decisão do ser humano, então os modelos matemáticos são utilizados simbolizando poder e domínio. Mencione os modelos matemáticos que você conheceu neste módulo de ensino, e outros que você consegue identificar no cotidiano.

*“Podemos citar os satélites, tanto de comunicação como de monitoração, os radares eletrônicos, os semáforos eletrônicos, digital biométrica, código de barras, GPS, entre outros”.*

Autores como Kaiser e Sriraman (2006, p. 306) mencionam a “necessidade de encorajar o pensamento crítico sobre o papel da Matemática na sociedade, sobre o papel e a natureza de modelos matemáticos e sobre a função da modelagem matemática na sociedade”.

Para ser explícito sobre Matemática e poder, Skovsmose (2007, p. 130-132) faz referência a um modelo de tráfego. Segundo o autor esse é um uso comum da modelagem matemática. No modelo o tráfego flui em uma cidade, a qual é dividida em um conjunto de áreas menores “e os ‘portões’ entre as diferentes áreas podem ser identificados e enumerados”. O fluxo de tráfego de um ‘portão’ a outro pode ser descrito sob o formato de certas formulações matemáticas. Um determinado trecho da rodovia é dado pela letra  $i$ , e o tempo médio de transporte por minutos  $T_i$ , e pode ser calculado do modo a seguir:

$$T_i = \frac{60L_i}{v_i} + c_i L_i$$

$L_i$ , representa o comprimento do  $i$ -trecho medido em quilômetros,  $v_i$  é a velocidade média naquele trecho medido em k/h (o resultado é multiplicado por 60 para obter o tempo de transporte em minutos; o fator  $c_i$ , significa um tempo extra, dependendo da qualidade da rodovia, para este caso será adotado 0,3). No final, a fórmula fornecerá o tempo de transporte para o  $i$ -trecho da rodovia em minutos. *“Decerto, a questão não é apenas descrever o fluxo real, mas fazer experimentos, considerando o que ocorreria ao fluxo do tráfego quando um novo ‘portão’ fosse aberto”.*

Modelos no projeto de tráfego constituem situações hipotéticas, tornando possível realizar experimentos, antes de qualquer construção específica. O autor ainda cita que em uma cidade próxima a Copenhagen *“em que o modelo de tráfego usado no processo de elaborar o projeto resultou na sugestão de que um novo trecho de rodovia que deveria ser construído”.* Por intermédio do modelo estimou-se um fluxo de 10.000 carros por dia na rodovia.

Um grupo de ativistas se manifestou, sob o argumento de que, qualquer nova rodovia, com o fluxo de 10.000 carros/dia, deveria ser aprovada por um conselho especial do ambiente. Isso não foi considerado pelo conselho da cidade, que permaneceu favorável à construção da rodovia.

Como consequência, uma nova estimativa, baseada no modelo matemático foi apresentada, agora estimando que o tráfego tivesse um fluxo de 9.000 carros por dia. O resultado foi fácil de ser obtido, simplesmente reestimando os parâmetros incluídos no

modelo. Nesse caso, a proposta de construção de uma nova rodovia não precisou ser aprovada pelo conselho do ambiente. O mesmo autor enfatiza ainda que, a tomada de decisão, em geral, ”é uma cena onde Matemática e poder interagem, e um aspecto importante dessa interação é a eliminação do que poderia ser chamado de fator humano”.

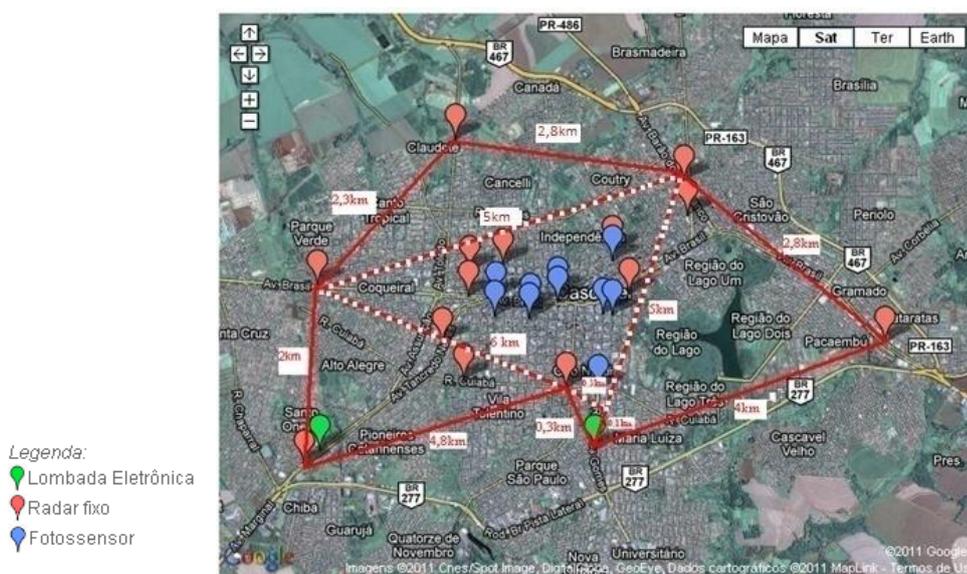
Para a situação em questão, utilizou-se um exemplo correlacionado com o contexto estudado. No entanto, sabe-se que os modelos matemáticos, como os apresentados pelos alunos estão presentes no cotidiano e, a Matemática, não se pode negar, está contribuindo para a tomada de decisão principalmente nos modos capitalistas.

#### 4.7.1.6 Atividade 5

Além de proporcionar uma análise crítica sobre a utilização de radares móveis, fotossensores e radares fixos na fiscalização de trânsito, outro objetivo da atividade é que os participantes utilizem fórmulas matemáticas para a realização dos cálculos.

Na imagem a seguir são apresentados os pontos de fiscalização eletrônica do trânsito da Cidade de Cascavel no Paraná. Os pontos onde estão instalados radares fixos, lombadas eletrônicas e fotossensores foram ligados formando uma poligonal fechada. A poligonal foi dividida em triângulos.

- Calcule a área total da poligonal.
- Qual modelo matemático está presente nessa situação?



**Figura 24 - Imagem de satélite da Cidade de Cascavel – Pontos de radares**  
**Fonte: Google Maps**

Para a solução da questão situação (a), houve dúvida entre os participantes, no entanto, foi-lhes sugerida a pesquisa em materiais didáticos ou outro recurso informativo, para que investigassem uma maneira de calcular a área de um triângulo quando não já se tem a altura. Resolveram a situação após pesquisarem e utilizarem a fórmula do semiperímetro. O que parece ter ocorrido nessa situação foi a falta de informação oriunda do aprendizado escolar, pois os participantes desconheciam a existência da fórmula do semiperímetro ou fórmula de Herão ou Heron.

De acordo com Outhred e Mitchelmore (2000) o ocorrido reside no fato da maioria dos professores ensinarem os alunos por meio da visão mais tradicional, a de encontrar a área de um triângulo partindo um retângulo em duas partes. O que se pretende nesse caso é propor uma discussão: é evidente que a maneira de ensinar a encontrar a área, do modo citado, está correta, mas também é possível inserir mais possibilidades para que o aluno possua um maior arcabouço de informações. Foi o que ocorreu na questão em discussão, portanto, os envolvidos na pesquisa encontraram o resultado de aproximadamente  $23.332.305,350 \text{ m}^2$ . Resolveram cada triângulo em separado e depois somaram todos os valores encontrados.

#### 4.8 SÉTIMO ENCONTRO – CONTINUAÇÃO DA OFICINA III

##### **Objetivos**

- Proporcionar discussão crítica sobre a fiscalização de trânsito por meio de tecnologias.
- Evidenciar o envolvimento entre o Enfoque CTS, Educação Matemática Crítica e os modelos matemáticos.
- Incentivar discussões políticas e sociais no contexto estudado.
- Aplicação do questionário final para coleta de dados.

**Total de horas-aula:** 2 horas/aula.

##### **Materiais Necessários:**

- Texto impresso.
- Questionário final impresso.

##### 4.8.1 Atividade 6

Segundo a Companhia de Engenharia de Transporte e Trânsito

A fiscalização eletrônica auxilia os órgãos de trânsito no cumprimento das normas de segurança de trânsito definidas pela lei, através da aplicação de tecnologia moderna de informática e eletrônica. Os equipamentos de fiscalização eletrônica medem a velocidade de todos os veículos, de forma democrática, registrando apenas aqueles que trafegam acima do limite de velocidade regulamentado, ou que avançam o sinal vermelho. A imagem registrada do veículo serve como base ao Agente de Trânsito para a emissão do Auto de Infração e Notificação (AIN). (CETTRANS, 2012b).

- a) A instalação do modelo de controle de tráfego foi realizada de forma democrática? Explique.

*Do ponto de vista do princípio da democracia, sim. Tal princípio determina que pessoas eleitas pela sociedade tomem decisões por ela. No entanto, acreditamos que a punição fere esse princípio, outras opções deveriam ter sido pensadas antes da implantação, em conjunto não só com os motoristas, mas também, com aqueles que não possuem automóveis.*

- b) O controle do trânsito realizado por meio desse modelo matemático exclui o aspecto humano (emoções) no momento da aplicação de uma multa (punição). Esse modelo controla algo mais que o tráfego? Explique.

*Acreditamos que sim, controla a decisão do motorista frente a emoções, por exemplo: uma pessoa está parada em um semáforo, um assaltante com arma em punho vai em direção ao carro dessa pessoa, caso passe o sinal vermelho será multada, caso permaneça parada será assaltada. Fatalmente acabará por aceitar a primeira hipótese e terá que pagar a multa. A sociedade deveria ser mais organizada e discutir melhor o assunto.*

- c) Você acredita que a punição é educativa? Explique como você acredita que deveria ser?

*A punição não é educativa, se em todos os setores da sociedade forem implantadas punições, a situação torna-se perigosa, pois as pessoas podem criar o hábito de fazer a coisa certa apenas para não serem punidas. Exemplificando: nas escolas os alunos só estudarão caso haja algum tipo de punição, ou seja, a reprovação. Acreditamos que a conscientização ainda é o melhor caminho, ao invés de aplicar dinheiro em aluguéis de semáforos, radares, lombadas eletrônicas e câmeras de vigilância, poder-se-ia aplicar dinheiro em campanhas educativas para a tomada de consciência.*

Nas respostas dos itens (a), (b) e (c) encontra-se uma característica forte, tanto do enfoque CTS quanto da Educação Matemática Crítica, essa característica se refere ao contexto social, ou seja, a discussão feita pelos alunos remete à possibilidade do cidadão estar mais presente nas tomadas de decisão frente aos avanços científicos, tecnológicos e da própria Matemática, enquanto apresentada sob o formato de modelos na tomada de decisão. Os trabalhos de autores como Acevedo Díaz, Manassero Mas e Vázquez Alonso (2002), Acevedo Díaz, Vázquez Alonso e Manassero Mas (2003), Vázquez Alonso e Manassero Mas (1999), Palacios et al (2001), Bazzo (1998) entre outros, mencionam que o ensino sob o enfoque CTS deve buscar resultados como esse, o mesmo ocorre com Skovsmose (2001, 2007, 2008), D’Ambrósio (1994, 1999, 2005), Knijnik (1996), Vital (2000) ao se referirem ao ensino de uma Matemática contextualizada com vistas às práticas da igualdade social e acesso ao conhecimento de maneira mais intensa, sendo consciente se a Matemática está sendo utilizada para o “bem” ou para o “mal”. Outro apontamento interessante é aquele feito por Santos e Mortimer (2002, p. 9) de levar os alunos a perceberem a capacidade de “atuar em grupos sociais organizados, como centros comunitários, escolas, sindicatos, etc”. Os mesmos autores, com respeito a essa postura dos alunos, sugerem “mostrar o poder do consumidor em influenciar o mercado, selecionando o que consumir”. Além disso, as discussões das questões sociais englobariam os aspectos políticos, os interesses econômicos, os efeitos da mídia no consumo, etc. E complementam que “questões dessa natureza propiciarão ao aluno uma compreensão melhor dos mecanismos de poder dentro das diversas instâncias sociais”.

#### 4.9 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO FINAL

1- O que você entende por ciência?
2- O que você entende por tecnologia?
3- Que relação existe entre ciência e tecnologia?
4- Você acredita que nossa sociedade poderia funcionar sem ciência e sem tecnologia? Por quê?
5- O desenvolvimento econômico depende do desenvolvimento científico-tecnológico. Você concorda com essa afirmativa? Justifique.
6- Você acredita que o desenvolvimento científico-tecnológico pode ajudar a reduzir as desigualdades sociais? Como e por quê?
7- Você acha que todo progresso científico-tecnológico se constitui em um avanço humano?
8- Você acha que a ciência e a tecnologia possuem interesses próprios, ou são atividades neutras?
9- Cite alguns impactos provocados pelo avanço científico-tecnológico.
10- Para você, o que é Matemática? Que influência este conhecimento exerce sobre o contexto da ciência, da tecnologia e na vida das pessoas em geral?

11- É possível estabelecer alguma relação entre o conhecimento matemático e o enfoque CTS? Qual?
12- Em sua opinião, qual o diferencial trazido pela modalidade de enxerto no que se refere ao ensino de medidas de áreas apresentado sob o enfoque CTS nas aulas de Matemática?

**Quadro 18 - Questionário final para coleta de dados (adaptado)**  
**Fonte: Pinheiro (2005, p. 169)**

Após a análise dos dados coletados por intermédio da aplicação do questionário final, observou-se que muitas respostas eram parecidas e algumas iguais, portanto, optou por categorizar os dados, também nessa situação.

Questão	Categoria	%
1. O que você entende por ciência?	Estudo aprofundado sobre um determinado assunto, de maneira observável, com o intuito de coletar dados e sistematizá-los.	40
	Todo tipo de estudo em relação a um determinado assunto, de forma organizada, sistematizada, verificável e falível.	60
2. O que você entende por tecnologia?	Reação do avanço da ciência, isto é, são sistemas desenvolvidos por meio ou, com a utilização do conhecimento científico.	55
	Tecnologia são os avanços provenientes do conhecimento científico, ou seja, a tecnologia utiliza-se de tal conhecimento.	45
3. Que relação existe entre ciência e tecnologia?	Existe uma relação de interdependência entre ambas.	100
4. Você acredita que nossa sociedade poderia funcionar sem ciência e sem tecnologia? Por quê?	Não, pois hoje dependemos das inovações científicas e tecnológicas em nosso dia a dia. Tudo ao nosso redor tem tecnologia, desde uma simples lâmpada até o mais complexo sistema de computadores.	65
	Não, porque muitas das necessidades humanas foram supridas pelo avanço da ciência e da tecnologia.	35
5. O desenvolvimento econômico depende do desenvolvimento científico-tecnológico. Você concorda com essa afirmativa? Justifique.	Sim. Há uma cadeia em torno disso que resulta no consumo gerando riquezas para o país.	33
	Apenas "sim".	7
	Apenas "não".	4
	Sim, pois é por meio desse desenvolvimento que surgem mais empregos e vice-versa, pois as tecnologias estão substituindo o homem em vários segmentos profissionais. Gera mais lucro e há mais desenvolvimento.	15
	Sim, porque por intermédio do desenvolvimento científico-tecnológico surgem inovações trazendo o desenvolvimento econômico.	41
6. Você acredita que o desenvolvimento científico-tecnológico pode ajudar a reduzir as desigualdades sociais? Como e por quê?	Não, pois para adquirir e ter acesso às tecnologias é necessário desembolsar quantias muitas vezes grandes, e nem todos têm condições.	40
	Sim. Quando todos tiverem acesso a esse conhecimento e a essa tecnologia de forma igualitária, sem discriminações.	60

7. Você acha que todo progresso científico-tecnológico constitui um avanço humano?	Não. Todo o desenvolvimento deveria ser inerente às necessidades humanas e nem sempre isso ocorre.	55
	Sim, pois toda a descoberta gera um avanço, seja ele bom ou não.	45
8. Você acha que a ciência e a tecnologia possuem interesses próprios, ou são atividades neutras?	Possuem interesses próprios.	100
9. Cite alguns impactos provocados pelo avanço científico-tecnológico.	Exploração do espaço, bomba atômica, pílula anticoncepcional, desenvolvimento de formas de energia limpa, poluição ambiental, desmatamentos, problemas ambientais, produção de lixo, reciclagem, lixo eletrônico, clonagem, transgênicos, nanotecnologia, o computador, a internet.	100
10. Para você, o que é Matemática? Que influência este conhecimento exerce sobre o contexto da ciência, da tecnologia e na vida das pessoas, de forma geral?	A Matemática é uma ciência exata. A Matemática pode ser apresentada em forma de modelos que envolvem tanto a ciência quanto a tecnologia, pois está presente em desenvolvimentos tecnológicos e auxilia o desenvolvimento científico.	51
	A Matemática é a ciência que estuda a relação dos números no contexto humano, social e natural. Auxilia no avanço da ciência e da tecnologia, pois está relacionada com as tecnologias e, por consequência, na vida das pessoas, desde uma compra no supermercado até o uso de um computador.	49
11-É possível estabelecer alguma relação entre o conhecimento matemático e o enfoque CTS? Qual?	Sim, principalmente na Matemática projetando algum modelo tecnológico para tomar decisões no lugar de seres humanos.	92,6
	Sem resposta	3,7
	Acho que não.	3,7
12- Em sua opinião, qual o diferencial trazido pela modalidade de enxerto no que se refere ao ensino de medidas de áreas apresentado sob o enfoque CTS nas aulas de Matemática?	Trouxe a oportunidade de associação entre os conteúdos, ou seja, de estudar Matemática (áreas) analisando, preocupando-se, tendo como referência situações cotidianas, problemas atuais, a vivência de hoje. Os alunos continuam vendo os mesmos conteúdos, porém de formas diferentes. Aprende-se sobre medidas de áreas, por exemplo, analisando imagens fornecidas pela tecnologia, discutem ciência e os problemas que afetam a sociedade.	43
	Trouxe informações sobre como poderíamos calcular áreas de imagens feitas por meio de satélites, além de modelos tecnológicos, discussões e debates em sala sobre o assunto. Trazem um conhecimento para nós, acadêmicos, de que como a ciência e a tecnologia influenciam as nossas vidas.	23

	A Matemática trabalha com o conteúdo interagindo com esse enfoque CTS, instigando os alunos no desenvolvimento dos conteúdos e nas informações apresentadas, proporcionando pesquisa, debates e opiniões. A aula fica mais democrática e podemos sair do campo do ensino da Matemática tradicional de apenas resolver exercícios. Com o CTS o que muda é a quantidade de informações novas sobre assuntos polêmicos, torna-se uma aula mais crítica.	34
--	--	----

**Quadro 19 - Categorização dos dados do questionário final**

**Fonte: Autoria própria**

Ao traçar um comparativo entre o questionário inicial e o final, alguns conceitos e opiniões mudaram completamente, neste caso, também se optou por categorizar os dados coletados. Desta forma, foi consideravelmente fácil categorizar as respostas, pois elas encontravam-se mais homogêneas, isto é, a forma de pensamento sobre o tema questionado ficou mais concentrada nas respostas dos alunos.

Na pergunta número 1, por exemplo, todos se aproximaram de uma definição apropriada de ciência, o que no questionário inicial apresentava divergências acentuadas. Na questão número 2 a resposta apresentada foi de uma relação entre o conhecimento científico, esboçando o entendimento que a tecnologia acontece procedente do conhecimento científico, e não como apresentado no início da pesquisa, onde a relação feita era simplesmente com os artefatos produzidos pela tecnologia. Em ambas as questões, tendo em vista que o trabalho realizado proporcionou aos envolvidos na pesquisa o primeiro contato com o enfoque CTS, o que parece ter acontecido vai ao encontro à opinião de alguns autores ao mencionarem que basicamente, uma pessoa alfabetizada cientificamente deve ser capaz de atingir uma compreensão dos principais conceitos, princípios, teorias e processos positivos da ciência sobre as complexas relações entre ciência, tecnologia e sociedade. (ACEVEDO DÍAZ; MANASSERO MAS; VAZQUEZ ALONSO, 2002; ACEVEDO DÍAZ; VAZQUEZ ALONSO; MANASSERO MAS, 2003).

Na situação da questão 3 a relação identificada mudou bastante, passou a ser de interdependência, o que antes era mencionada como de dependência, avanço bastante positivo nesse aspecto. O ocorrido nas respostas dos participantes encontra respaldo em Palacios et al (2001) que mencionam que os estudos CTS se propõem a entender a ciência e a tecnologia não como um processo ou atividade autônoma, que seguem uma lógica para um desenvolvimento ótimo resultante da aplicação de um método cognitivo e de um código de conduta. O que deve ocorrer, segundo o autor, é entender esse processo como inerentemente social, onde elementos não epistêmicos ou técnicos, tais como, valores morais, convicções religiosas, interesses profissionais, pressões econômicas entre outros, desempenham um papel

decisivo no desenvolvimento e consolidação das ideias científicas e dos artefatos tecnológicos.

Na questão de número 4 apesar de estar categorizada em duas situações, a conclusão final é a mesma, mencionam a si mesmos como, de um modo ou de outro, dependentes da tecnologia, situação essa, que se analisada friamente, parece ter bases bastante racionais. Observa-se que os participantes da pesquisa refletem sobre o impacto da tecnologia em suas vidas, o que vai ao encontro com os ideais de Palacios et al (2001), em que os autores entendem que os trabalhos com o enfoque CTS motivam os alunos a buscar informações importantes e relevantes sobre ciência e a tecnologia presentes na vida moderna, na perspectiva de analisá-las e avaliá-las, refletir sobre essas informações, definir os valores nelas embutidos e, finalmente, tomar decisões a esse respeito.

Na questão número 5 no entendimento da situação de desenvolvimento econômico e desenvolvimento científico-tecnológico, todos acreditam que sim, no entanto, assinalam que tal avanço ocupa postos de trabalho, no lugar de humanos estão as máquinas ou artefatos tecnológicos. Entretanto, fica implícita a situação de que, ao invés da tecnologia se adaptar à sociedade, ocorre o contrário. A questão número 6 parece ou pareceu ser um pouco subjetiva para os respondentes. É uma questão composta, também, por duas perguntas sucessivas, apesar da resposta à primeira pergunta ser respondida por 40% como “Não” e 60% como “Sim”, o produto final da situação foi o mesmo, todos mencionam que a sociedade, como um todo, deveria ter acesso ao conhecimento científico e às tecnologias. A situação aqui fica diretamente relacionada à anterior e envolve discussões de cunho social no tocante da melhor distribuição de renda. Ao analisar as situações e apoiando-se em Bazzo (2002) nota-se que a concepção dos respondentes pode estar relacionada com os habituais e contundentes discursos nos quais se afirma que os avanços sociais são altamente dependentes da ação incisiva da tecnologia. O mesmo autor afirma que “muitos motivos, na grande maioria exaltado por nós, professores de engenharia, justificam tal entendimento”. Ainda com relação aos motivos continua, dizendo que “dentre eles, sobressaem os argumentos que enaltecem a supremacia da tecnologia, tendo em vista sua posição como criadora de condições materiais para a subsistência humana”. (BAZZO, 2002, p. 83).

As situações 7 e 8 são apresentadas com um bom aproveitamento, principalmente na questão 7, em que a maioria acredita que o progresso científico-tecnológico não produz avanço humano, pois nem todo o progresso científico-tecnológico é inerente ao ser humano, mas boa parte acredita que todo conhecimento produzido representa um avanço, seja ele, bom ou ruim, no questionário inicial a resposta da maioria foi apenas “Sim”.

A questão 8 está relacionada com a questão 4 do questionário inicial. Quando os alunos mencionaram no primeiro questionário, na questão 4, a relação de dependência entre ciência e tecnologia tecnicamente tinham uma visão linear a respeito delas, portanto, até então para eles, a ciência e a tecnologia eram neutras, mas ao responderem a questão 8 do questionário final não acreditavam na neutralidade de ambas.

Nas referidas questões é possível perceber que as respostas estão de acordo com a perspectiva CTS, enfatizando especialmente as relações da ciência e da tecnologia com a sociedade, em todos os sentidos possíveis, as quais proporcionam a contextualização social dos conteúdos científicos e tecnológicos, analisam os impactos sociais que a ciência e tecnologia provocam na sociedade e promovem a possibilidade da participação responsável e bem informada, dos cidadãos nas políticas científicas e tecnológicas para um desenvolvimento mais justo e sustentável, bem como a tomada de decisão democrática nas questões importantes de interesse público. (ACEVEDO DÍAZ; MANASSERO MAS; VÁZQUEZ ALONSO, 2002; ACEVEDO DÍAZ; VÁZQUEZ ALONSO; MANASSERO MAS, 2003).

Vale ressaltar a opinião de Bazzo (2003) sobre a concepção linear da ciência e da tecnologia, na qual o autor afirma que tal concepção, está sendo alterada em número cada vez mais expressivo de pessoas que veem nela um mito que precisa ser trabalhado para erradicá-lo, que essas pessoas começam a ter clara a consciência de que a ciência e a tecnologia fazem o homem mais feliz, mas junto a essa felicidade, possuem a capacidade de também destruí-lo.

Nas questões 7 e 8, a opinião de Bazzo (2003) é bastante incisiva, e pode ser considerada como discussão, também para a questão número 9.

Na questão número 9 os participantes apresentam vários impactos da ciência e da tecnologia, nas respostas não estabeleceram se o impacto era bom ou ruim, no entanto, os participantes mencionam principalmente os pontos negativos dos avanços científicos e tecnológicos, as citações mencionam preocupação, desde a bomba atômica até questões ambientais e de tecnologias informacionais.

Para Bazzo (2003) a compreensão sobre a ciência e a tecnologia deve ser cada vez mais sofisticada no que se refere aos mecanismos internos e externos que as envolvem, que tal compreensão deve interpretar a ciência e a tecnologia, como processos sociais. E o autor continua, dizendo que isso precisa ser feito por meio da análise, em algumas situações, da influência que tais situações poderão trazer para o ambiente e para a sociedade, se tais atividades inerentes a tais processos são destrutivas ou o quê podem provocar.

Sobre a Matemática, nas respostas da questão 10, todos a mencionaram como uma ciência, fizeram associações entre CTS e Matemática e apontaram a interferência da Matemática na sociedade mencionando os modelos matemáticos. Ainda apontaram a Matemática como base racional para as pesquisas científicas. A discussão sobre a questão número 11 foi contemplada nos apontamentos da questão número 10.

As respostas dadas pelos envolvidos na pesquisa estão diretamente relacionadas ao que diz D'Ambrósio (2001) a respeito da Matemática e da ciência, ele menciona que os matemáticos muitas vezes têm pouca ideia sobre o que está se passando em ciência e em engenharia, do mesmo modo os cientistas experimentais e engenheiros muitas vezes não se dão conta das oportunidades oferecidas pelo progresso da Matemática pura.

O mesmo autor diz que esse desequilíbrio é perigoso e deve ser restaurado, “trazendo mais ciências para educação dos matemáticos e expondo os futuros cientistas e engenheiros à Matemática presente em todas as ciências, na tecnologia, na economia e na gestão política”. No entanto, para isso serão necessários “novos currículos e um grande esforço de parte dos matemáticos, para trazer as técnicas e ideias matemáticas fundamentais (principalmente aquelas desenvolvidas nas últimas décadas) a uma audiência maior”. (D'AMBRÓSIO, 2001, p. 31).

Ao fazer uma leitura das obras do último autor citado percebem-se ideais de mudanças nos currículos de Matemática e também propõem uma intercomunicação da Matemática com todas as áreas do conhecimento, do mesmo modo que ocorre com os pensadores sobre a mudança nos currículos para a inserção da CTS.

É notório que os participantes fizeram ligações entre a Matemática e a CTS, isso parece ter acontecido em função da abordagem dos conteúdos terem ocorrido por meio da Educação Matemática Crítica, um dos pontos convergentes da Matemática Crítica e do enfoque CTS é a questão da democracia e outro dos modelos matemáticos.

(SKOVSMOSE, 2004, p. 36) diz que o uso desses modelos “pode corroer condições para uma vida democrática, desde que modelos são construídos por certos grupos sociais para justificar ou legitimar decisões muitas vezes tomadas anteriormente, iludindo ou enganando grandes parcelas da sociedade”. Entende-se aqui, que sem vida democrática o poder formatador da Matemática poderá influenciar no exercício da cidadania.

Já com relação à questão número 12, a qual é bastante relevante para essa pesquisa, os alunos fizeram uma espécie de avaliação dos trabalhos matemáticos sobre medidas de áreas sob o enfoque CTS, estabeleceram um panorama de como ocorre o ensino sob os direcionamentos CTS bastante interessantes.

Respaldo sobre as respostas da questão 12 podem ser encontrados em Bazzo (1998) que discute a inserção da CTS na grade curricular, em Osório (2002) que discute e orienta como utilizar o Enfoque CTS na educação, nos trabalhos de Acevedo Díaz, Manassero Mas e Vázquez Alonso (2002) e Acevedo Díaz, Vázquez Alonso e Manassero Mas (2003) que discute as concepções sobre CTS de alunos do ensino médio, e a formação de professores para a Educação CTS e nos trabalhos de Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007) que discutem a relevância do Enfoque CTS para o Ensino Médio. Nos trabalhos de Pinheiro (2005, 2008) e Pinheiro, Silva e Santos Junior (2007), os quais envolvem a discussão da Ciência Tecnologia e Sociedade relacionando-as com a Educação Matemática Crítica.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estruturação e a aplicação do presente trabalho aconteceram considerando a problematização que a ele deu origem, a qual se relacionava com as contribuições que o enfoque CTS, por meio da Educação Matemática Crítica, proporcionaria à aprendizagem do conteúdo específico da Matemática, medidas de áreas. Diante da problemática mencionada, o objetivo foi de analisar os resultados obtidos nas discussões em torno das atividades aplicadas na pesquisa, para entender quais as contribuições desse enfoque e da Educação Matemática Crítica, para a aprendizagem do referido conteúdo.

Entretanto, é interessante lembrar, que no início das atividades, quando os envolvidos na pesquisa foram convidados a explicar as concepções que tinham a respeito da Ciência e da Tecnologia houve o indicativo de que as contribuições do enfoque CTS seriam promissoras. A concepção que os alunos tinham sobre a Ciência e a Tecnologia era um tanto ingênua, concebiam-nas como produtoras ou originadoras de artefatos, uma visão desligada dos contextos políticos e sociais. Para eles a Ciência e a Tecnologia apresentavam-se sempre de maneira positiva, só produzindo avanços e de modo geral, conduzindo ao avanço social.

Diante desse panorama inicial, percebeu-se a necessidade de desconstruir alguns conceitos e reavaliá-los em conjunto com os alunos. Durante essa reavaliação, já com uma sala de aula com direcionamentos democráticos, dialógica e com propensão ao debate, novos conceitos foram se estruturando. A Ciência e a Tecnologia já perdiam os aspectos de somente artefatos manuseáveis e suas implicações na sociedade começavam a serem questionadas, isto é, ocorreram mudanças conceituais.

Observou-se que para proceder às atividades, a mudança ou aprimoramento conceitual sobre a Ciência e a Tecnologia era essencial, pois trabalhar com o enfoque CTS suscita questionar as visões sobre a Ciência e a Tecnologia embutidas nas mentes das pessoas. Portanto, antes é necessário conhecer a inter-relação que existe entre a Ciência a Tecnologia e a Sociedade por meio de uma intervenção que considere os aspectos principais que as envolvem. Assim, os trabalhos como ocorreram aqui, poderão trazer resultados satisfatórios.

Neste trabalho os assuntos relativos à CTS foram, como já mencionado, introdutórios, de conceitos principais, no entanto, vale ressaltar a concepção dos alunos após a aplicação das atividades, a mudança de conceito foi substancial, os alunos apresentaram uma definição apropriada sobre a Ciência, de conhecimentos organizados, racionais, verificáveis e obtidos meticulosamente por meio de observações com bases sólidas.

A Ciência e a Tecnologia passaram a ser entendidas pelos envolvidos na pesquisa como inter-relacionadas, que a tecnologia procede do conhecimento científico, descartando a interpretação de tecnologia como apenas aparelhagens. Abandonaram a concepção de dependência entre ciência e tecnologia apresentando opiniões que levam em consideração aspectos éticos, políticos, morais e sociais.

Foi notado pelos participantes da pesquisa que a sociedade em geral está bastante dependente da tecnologia, que o desenvolvimento científico-tecnológico proporciona avanços, que, no entanto, isso deve ser discutido cuidadosamente no que se refere à finalidade de tais avanços, pois o ser humano não pode ser destituído, por exemplo, de seu posto de trabalho em função de tecnologias sem ser preparado para assumir outro posto, isso não seria um avanço social. Isso remete à conclusão de que os participantes da pesquisa, mais uma vez, envolveram-se em reflexões e discussões em torno de assuntos inerentes aos fatos políticos e sociais que envolvem a ciência e a tecnologia.

Fato bastante importante de ser mencionado é que no início da pesquisa, os envolvidos, ao citarem a existência de uma relação de dependência entre ciência e tecnologia tinham uma visão linear, de neutralidade, a respeito delas, mas ao final, depois da realização das atividades não acreditavam na neutralidade de ambas, aqui esse mito de neutralidade foi derrubado.

Portanto, com a análise das contribuições que o enfoque CTS e a EMC trouxeram para o ensino da Matemática, foi notório que a maneira com que as atividades foram elaboradas teve importância crucial para que os questionamentos surgissem, assuntos polêmicos envolvendo a Ciência e a Tecnologia fossem postos em discussão, os alunos tivessem que se posicionar frente a estes assuntos mostrando que têm potencial crítico e político para intervir na sociedade que os envolve.

É importante mencionar a EMC aliada ao enfoque CTS, pois os direcionamentos para o ensino sugeridos por ela conduzem a um posicionamento crítico frente à ciência e a tecnologia e da própria Matemática. Essa foi uma novidade para os participantes da pesquisa, a possibilidade de criticar a própria Matemática. Tal crítica se deu em decorrência de como a Matemática está sendo utilizada junto aos avanços científicos e tecnológicos não sendo percebida. Torna-se oportuno mencionar que a Matemática segue o formato de modelos matemáticos. Isso ficou claro para os alunos segundo as respostas dadas nas atividades. Também ficou claro que tanto a EMC quanto o CTS estão imbuídos de evidências quanto ao complexo modo impactante da ciência da tecnologia e da própria Matemática na sociedade.

Logo, ficou evidente que o campo de ensino da Matemática com o enfoque CTS aliados à Educação Matemática Crítica (EMC) é promissor e fértil em discussões. Tal aliança colabora com o aprendizado da Matemática tornando-o mais dinâmico e interessante, os assuntos abordados durante as aulas, elaborados para suscitar discussões entusiasmadas em torno de temas importantes para a vida humana, revelaram que o envolvimento com a disciplina torna-se prazeroso proporcionando a liberdade para o aluno expressar seus anseios, opiniões e sugestões.

Ressaltando que houve a visualização diferenciada da Matemática, a qual ocorreu em virtude de ser, também, objetivo da pesquisa, intervir de forma estratégica utilizando a modalidade de enxerto do enfoque CTS e os direcionamentos da Educação Matemática Crítica. Os direcionamentos foram os responsáveis pela produção do material didático que ao ser aplicado seguiu etapas que consideravam a aprendizagem de medidas de áreas de forma sistematizada.

Com o desenvolvimento das atividades foi proporcionado aos alunos, além de aprender sobre medidas de áreas, a possibilidade de apreciar a Matemática, incorrendo num “passeio” pela, também dinâmica, inter-relação entre a ciência, tecnologia e sociedade.

“Passeio”, aqui deve ser entendido como a possibilidade de discutir assuntos polêmicos, opinar e mudar de opinião frente aos fatos que surgem colocando em “cheque” uma concepção muitas vezes distorcida sobre a ciência e a tecnologia. “Dinâmica inter-relação” porque a ciência e a tecnologia estão em movimento frequente de evolução, trazendo para a sociedade suas inovações, as quais sempre provocam algum impacto.

O conteúdo medidas de áreas, enxertado com os elementos da Ciência, Tecnologia e Sociedade trouxe em cada atividade problematizações que necessitavam de argumentações e cálculos para respondê-las, nas quais os envolvidos na pesquisa tornaram-se produtores de seu próprio conhecimento.

A eficiência da intervenção foi evidenciada pelas justificativas dadas pelos envolvidos na pesquisa ao resolverem as atividades, ao refletirem sobre as problematizações mostraram o envolvimento não apenas com a busca de resultados numéricos, mas também com o contexto ao qual pertencia o problema sob a ótica da crítica, situação essa, inerente ao enfoque CTS e a EMC.

Outro aspecto importante de ser frisado se refere à avaliação que os próprios participantes fizeram sobre os trabalhos matemáticos envolvendo medidas de áreas sob o enfoque CTS. Estabeleceram um panorama de como ocorre o ensino sob os direcionamentos CTS bastante interessante. Por exemplo, a oportunidade de associação entre os conteúdos, ou

seja, de estudar Matemática analisando e preocupando-se com as situações cotidianas, problemas atuais, a vivência de hoje; trazendo o debate sobre um conhecimento em que nunca pararam para pensar, como a ciência e a tecnologia influenciam tanto suas vidas; mencionaram que com o enfoque CTS o que muda é a quantidade de informações novas sobre assuntos polêmicos, tornando a aprendizagem mais crítica. Citaram todos estes fatos interligando-os com as imagens de satélite que foram utilizadas para o desenvolvimento das atividades.

As afirmações dadas pelos participantes fortalecem a avaliação de que a utilização do enfoque CTS e da EMC proporcionam um aprendizado de qualidade abrangente, tornando o estudante engajado, o que está em consonância com os apontamentos encontrados nos PCNEM.

A questão da utilização de imagens de satélite como recurso didático, aconteceu em função das reflexões em torno da preocupação de levar ou proporcionar aos alunos, mais alternativas para a aprendizagem da Matemática.

Nos diversos meios de comunicação, como por exemplo, as mídias tecnológicas (internet de modo geral, comunidades virtuais) e materiais impressos (revistas e jornais) a linguagem visual é amplamente explorada, as imagens são atraentes, coloridas e por vezes apelativas, justamente para que aquela pessoa que visualiza, pare e fique, por alguns instantes, hipnotizada diante da explosão de cores. Mas o colorido e o design dessas imagens, em geral, trazem algum tipo de informação, as quais na maioria das vezes têm o objetivo de vender algo.

No entanto, nada impede que imagens coloridas e hipnóticas produzidas por tecnologias sejam utilizadas para ensinar Matemática, tais imagens estão disponíveis nos meios de comunicação e o arcabouço de conteúdos que podem ser trabalhados por meio delas é bastante amplo.

Para o desenvolvimento e aplicação das atividades dessa pesquisa foram utilizadas algumas imagens de satélites sem fazer adaptações e outras com adaptações.

A aprendizagem dos conceitos de medidas de áreas planas por intermédio de imagens de satélite como recurso didático, além de explorar o referido conteúdo foram utilizadas para evidenciar o desmatamento na Amazônia, para saber quais motivos ou interesses levam ao desflorestamento, quais questões políticas e sociais estão presentes nesse contexto, para discutir a preservação dessa floresta e qual interesse existe em preservar. Outras imagens de satélite foram utilizadas mostrando os remanescentes da Mata Atlântica, a qual foi devastada em função da crença que os recursos naturais do planeta eram inesgotáveis

e sob a afirmativa de que a produção de alimentos era necessária. No entanto, por meio dessas imagens foi possível perceber que o desmatamento ocorreu nos grandes latifúndios que detêm a monocultura com vistas ao lucro incessante.

As visões que tais imagens proporcionaram deixaram evidente que a aprendizagem da Matemática nos moldes extremamente tradicionais, fria, em preto e branco parece estar ultrapassada, mas apenas a visão atraente de imagens não contemplaria o objetivo aqui perseguido. Foi importante também, a conscientização que estas imagens ajudaram a proporcionar no trato das atividades que envolviam medições.

As atividades envolvendo a medição, construção e comparação entre superfícies de áreas realizadas pelos participantes, mostraram que a sala de aula pode se tornar um ambiente de investigações, o que é inerente à Educação Matemática Crítica.

Houve a possibilidade dos alunos refletirem e discutirem aspectos políticos e sociais nos quais a Matemática se apresenta e, muitas vezes, passa despercebida. A liberdade dada aos envolvidos na pesquisa para realizarem as atividades oportunizou-lhes mostrar mais de uma maneira de calcular medidas de áreas de quadrados e triângulos, evidenciando que entenderam e dominavam os procedimentos. Romperam com a tradicional forma de calcular a área de um triângulo:  $(\text{base} \times \text{altura})/2$ . Houve então uma remodelação no processo, fato esse, também inerente à EMC.

Houve o contato com o processo de trabalho no qual a Matemática está envolvida, proporcionando aos alunos um olhar crítico sobre os processos de produção, evidenciando aspectos inerentes à utilização da Matemática da ciência e da tecnologia para tomar decisões, as quais incidem sobre a sociedade e devem ser acometidas de análise para se conhecer realmente seus interesses.

Para os participantes tanto a EMC quanto o CTS estão imbuídos de evidências quanto ao complexo modo impactante da ciência da tecnologia e da própria Matemática na sociedade. Para evidenciar isso algumas atividades envolveram imagens de satélites mostrando o controle de tráfego da cidade de Cascavel no Paraná.

A discussão em torno dos modelos de controle de tráfego despertou o senso crítico dos alunos frente a outros modelos matemáticos inseridos na sociedade, principalmente em torno daqueles que têm a finalidade de tomar decisões sem levar em consideração as opiniões do cidadão. A Ciência e a Tecnologia juntas com a Matemática, presentes nestes modelos, tendem a formatar a realidade conduzindo os cidadãos a realizarem tarefas mecânicas sem a necessidade de raciocínio. No entanto, ocorre que a Matemática adotada como base ou balizadora nesses processos tecnológicos muitas vezes não é notada e que passando

despercebida nunca será questionada, isto é, não existem suspeitas de que ela causa interferência no cotidiano. Todos estes aparatos tecnológicos modelados pela Matemática e utilizados pelas pessoas são passíveis de ônus, elas pagam por eles de uma forma ou de outra, seja de maneira financeira, ambiental e evidentemente social.

Refletir sobre as preocupações de levar para a sala de aula novas metodologias ou estratégias de ensino, incorre em apresentar o conteúdo matemático de maneira que seja possível, pelo menos, mostrar onde está a Matemática. Presente nos modelos matemáticos a Matemática poderá não estar no mesmo nível daquela estudada no Ensino Médio, porém tornar o aluno consciente da existência dela é fundamental para ter sucesso no emprego de novas intervenções na sala de aula.

Entretanto, os fatos mencionados direcionam para o entendimento de que o sucesso obtido nos trabalhos educacionais com a utilização do enfoque CTS e da EMC também está relacionado com a postura articuladora do professor. Este profissional deverá trabalhar sob a ótica de mediador entre o conhecimento e o educando, dessa forma surge o diálogo, abrindo uma espécie de canal de comunicação propenso ao debate e a discussões, havendo a democratização no processo de ensino.

No entanto, algumas observações devem ser feitas quanto às limitações de se trabalhar a Matemática com o enfoque CTS. Uma delas está relacionada ao tempo de preparação das aulas, nesse caso pelo menos de início, torna-se necessário abdicar-se de outras tarefas menos importantes. Além do preparo da aula o professor precisa estar preparado, isso requer, por vezes, muito tempo de leitura, o professor deverá estar conectado com a mencionada “dinâmica inter-relação” e deverá estar em movimento frequente na busca de informações, despertado daquele ensino tradicional e catequético.

As aulas devem estar com os objetivos claros, pois a amplitude dos assuntos envolvendo a ciência e a tecnologia é grande. Os conteúdos, atividades e exercícios não estão prontos como são encontrados no livro didático. Dessa maneira, o professor passará a ser o autor de suas aulas.

Outra situação a ser considerada é quanto à dinâmica da sala de aula, o ensino de Matemática na perspectiva do enfoque CTS e da EMC, propõe um ensino democrático, a opinião do aluno é importante, a própria organização da sala de aula e o comportamento do aluno tendem a mudar.

Portanto, aquele professor que pretende trabalhar sob a referida perspectiva, deve estar preparado para uma sala de aula e alunos fora dos padrões estabelecidos pelas equipes pedagógicas e, até mesmo, pelas diretorias das escolas, principalmente aquele ambiente de

mesas, cadeiras e alunos em filas indianas num extremo silêncio. Para isso, a postura do professor deverá ser articuladora, ele não deverá ser facilitador do aprendizado, deve também mostrar-se confiante, pois uma sala de aula com elevado grau de liberdade pode prejudicar o andamento dos trabalhos.

Portanto, considerando o exposto até aqui, tem-se como resposta para a questão problematizadora deste trabalho:

- a) A possibilidade de elaboração de atividades de modo atraente, articulador e substancial, por meio de contextualizações reais e controversas.
- b) O posicionamento crítico dos participantes da pesquisa diante da ciência, tecnologia e da Matemática, possibilitados pelos direcionamentos da EMC.
- c) A percepção da Matemática como “ferramenta” utilizada como balizadora dos avanços científicos e tecnológicos.
- d) A oportunidade de interpretar a Matemática sob o formato de modelos matemáticos.
- e) A EMC e o CTS trouxeram evidências quanto aos impactos da ciência da tecnologia e da própria Matemática na sociedade.
- f) A utilização do enxerto CTS para desenvolver as atividades proporcionou, além do aprendizado de medidas de áreas de maneira prazerosa, que os participantes diante das problematizações se apropriassem do conhecimento, por meio de discussões, debates e cálculos, porém a eficiência da intervenção foi mostrada não apenas pelas buscas de resultados numéricos, mas também sob a ótica da crítica, situação inerente ao enfoque CTS e a EMC.
- g) As imagens de satélite utilizadas como recurso didático, contribuíram de maneira substancial para o aprendizado das medidas de áreas, pois as adaptações feitas nas imagens proporcionaram a visão científica e tecnológica em conjunto com a Matemática, aprender assim tornou-se mais interessante. As imagens se originaram de um meio midiático tecnológico e informativo (internet), ao qual a maioria das pessoas tem acesso e em geral, encontram prazer em obter ou extrair informações de imagens e textos que pertencem a este meio.
- h) As informações e visões que as imagens de satélite proporcionaram deixaram evidente que aprender Matemática dessa forma é atraente e significativo, porém exige-se uma ruptura com os modelos extremamente tradicionais de ensino.
- i) A sala de aula tornou-se um ambiente de investigação, esse fato ocorreu em função da possibilidade dos envolvidos na pesquisa medirem, construírem e

compararem superfícies de áreas, o ocorrido está diretamente ligado com os direcionamentos da Educação Matemática Crítica. Outrossim, inerente à EMC é a forma de conduzir as atividades estabelecendo a democracia na sala de aula, isso contribui e fortalece o engajamento do alunos nas tomadas de decisões, desenvolvendo aptidões políticas e responsabilidades sociais.

- j) A abordagem das atividades proporcionou discussões em torno do mundo do trabalho, dos processos de produção os quais estão propensos a utilizar a Matemática, a ciência e a tecnologia para tomar decisões que incidam sobre a sociedade, as quais devem ser analisadas, e entendidas, para se conhecer seus interesses reais.
- k) Outro fato que deve ser considerado é a concepção dos modelos matemáticos presentes no cotidiano das pessoas, isso foi importante, os participantes passaram a entender que Matemática é uma ciência utilizada frequentemente, no entanto, nem sempre é percebida.
- l) A mudança na postura do professor também ficou evidente ao responder o problema da pesquisa, o professor deverá ser articulado e disposto a produzir suas aulas periodicamente.

No que se refere às implicações para futuras pesquisas, as oficinas realizadas durante a aplicação da pesquisa envolveram uma parte das figuras geométricas geralmente estudadas, no que se refere às medidas de áreas, quadrados, retângulos e triângulos, porém, sabe-se que as demais não são menos importantes. Uma observação inerente ao trabalho é que, principalmente as determinações de fórmulas matemáticas das demais figuras geométricas parecem derivar das três primeiras figuras. Portanto fica como sugestão para trabalhos futuros, a exploração das demais figuras geométricas com o mesmo intuito, o de estudar as medidas de áreas. Acredita-se que trabalhos nesse segmento da matemática são importantes, pois ao consultar a bibliografia sobre o referido assunto, percebe-se que ainda são poucos os trabalhos encontrados.

## REFERÊNCIAS

ACEVEDO DÍAZ, J. A. Análisis de algunos criterios para diferenciar entre ciencia y tecnología: una aproximación al tema. **Enseñanza de las Ciencias**. v. 16, n. 3, p. 409-420. 1998. Disponível em: <<http://ddd.uab.es/pub/ensenanzadelasciencias/02124521v16n3p409.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2010.

\_\_\_\_\_. ¿Qué puede aportar la historia de la tecnología a la educación CTS? **Biblioteca Digital da OEI** (Organização de Estados Iberoamericanos para a Educação, a Ciência e a Cultura), 2002. Disponível em: <<http://www.oei.es/salactsi/acevedo3.htm>>. Acesso em: 15 dez. 2010.

\_\_\_\_\_. MANASSERO MAS, M. A.; VÁZQUEZ ALONSO, A. Nuevos retos educativos: hacia una orientación CTS de la alfabetización científica y tecnológica. **Revista Pensamiento Educativo**, n. 30, p. 15-34, jul. 2002. Disponível em: <<http://pensamientoeducativo.uc.cl/index.php/pel/article/view/211/448>>. Acesso 4 jan. 2012.

\_\_\_\_\_. VÁZQUEZ ALONSO, A.; MANASSERO MAS, M. A. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 2, n. 2, artículo1. 2003. Disponível em: <<http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen2/Numero2/Art1.pdf>>. Acesso 4 jan. 2012.

\_\_\_\_\_. et al. Persistencia de las actitudes y creencias CTS en la profesión docente. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 1, n. 1, p. 1-27, 2002.

ALRØ, H.; SKOVSMOSE, O. On the right track: for the learning of mathematics. **Vancouver**, v. 16, n. 1, p. 2-8, feb. 1996.

ALVES-MAZOTTI, A. J. GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. Pioneira Thomson Learning. São Paulo, 2001.

ANGOTTI, J. A. P., BASTOS, F. P., MION, R. A. Educação em Física: Discutindo Ciência, Tecnologia e Sociedade. **Revista Ciência & Educação**, São Paulo, v.7, n. 2, p. 183-197, 2001.

ANTUNES, M. N. V.; RAMOS, L. M. A. Conhecendo os caminhos da teoria crítica. **Revista Online Bibl. Prof. Joel Martins**, Campinas, v. 2. n. 1, p. 1-36. 2000.

AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. 2002. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002.

\_\_\_\_\_. BAZZO, W. A. Reflexões para implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência e Educação**, Bauru (SP), v. 7, n. 1, p.1-27, 2001.

BARBOSA, J. C. Teacher-student interactions in mathematical modelling. In: HAINES, C.; GALBRAITH, P.; BLUM, W.; KHAN, S. (Eds.). **Mathematical modelling: education, engineering and economics**. Chichester: Horwood, 2007.

BATURO, A.; NASON, R. Student teachers' subject matter knowledge within the domain of area measurement. **Educational Studies in Mathematics**, v. 31, p. 235-268. 1996.

BAZZO, W. A. A pertinência de abordagens CTS na educação tecnológica. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 28, p. 83-99, 2002. Biblioteca Digital da OEI (Organização de Estados Iberoamericanos para a Educação, a Ciência e a Cultura), Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/>>. Acesso em: 15 nov. 2010.

\_\_\_\_\_. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: e o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis: EDUFSC. 1998.

\_\_\_\_\_. LINSINGEN, I.; PEREIRA, L. T. V. (Eds.). **Introdução aos estudos CTS** (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Madri: OEI, 2003.

BOAVIDA, J.; AMADO, J. **Ciências da educação: epistemologia, identidade e perspectivas**. 2. ed. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2008.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994.

BORBA, M. C.; SKOVSMOSE, O. A ideologia da certeza em educação matemática. In: SKOVSMOSE, O. **Educação matemática crítica: a questão da democracia**. Campinas (SP): Papirus, 2001. Cap. 5: p.127-148.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. (3º e 4º ciclos do ensino fundamental). Brasília: MEC, 1998.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM)**. Brasília, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em 11 nov. 2011.

\_\_\_\_\_. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei n.9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, 1996. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm)>. Acesso em 7 out. 2011.

CALATAYUD, M. C. M. Imágenes CTS, de la tradición al cambio en la educación ingeneril universitaria. **Biblioteca Digital da OEI** (Organização de Estados Iberoamericanos para a Educação, a Ciência e a Cultura), 2003. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/>> Acesso em: 15 nov. 2010.

CARAÇA, B. J. **Conceitos fundamentais de matemática**. Lisboa: Tipografia matemática, 1952.

CASTRO, B. S. **O processo de institucionalização da soja transgênica no Brasil nos anos de 2003 e 2005**: a partir da perspectiva das redes sociais. 241 f. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2006.

CAVANAGH, M. Area measurement in year 7. **Reflections**, v. 33, n. 1, p. 55-58, 2008.

CEREZO, J. A. L. Los estudios de ciencia, tecnología y sociedad. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 20, p. 217-225, 1999. Biblioteca Digital da OEI (Organização de Estados Iberoamericanos para a Educação, a Ciência e a Cultura), Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/>>. Acesso em: 21 nov. 2011

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**: para uso dos estudantes universitários. 3. ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1983.

CETTRANS: Companhia de Engenharia de Transporte e Trânsito. Disponível em: <<http://www.cettrans.com.br>>. Acesso em 12 jul. 2012a.

\_\_\_\_\_. **Fiscalização eletrônica**. 2012. Disponível em: <<http://www.cettrans.com.br/pagina.php?id=76>>. Acesso em 5 maio 2012b.

COLOMBO, C. R.; BAZZO, W. A. Educação tecnológica contextualizada, ferramenta essencial para o desenvolvimento social brasileiro. **Biblioteca Digital da OEI**. p. 1-10, 2002. Disponível em: <<http://www.oei.es/bibliotecadigital.htm>> Acesso em: 23 nov. 2010.

CONSECTI (Conselho Nacional de Secretários para Assuntos de Ciência, Tecnologia e Inovação). **Mercadante reforça operação contra desmatamento na Amazônia**. Disponível em: <<http://www.consecti.org.br/2011/05/24/mercadante-reforca-operacao-contradesmatamento-na-amazonia/>>. Acesso em 20 ago. 2011.

COUTO, J. L. V. **Uso de imagens de satélite**. Disponível em: <[www.ufrjr.br/institutos/it/de/acidentes/acidente.php](http://www.ufrjr.br/institutos/it/de/acidentes/acidente.php)>. Acesso: 10 jan. 2012.

D'AMBROSIO, U. **Conteúdo nos cursos de formação de professores de matemática**. 2006. Disponível em: <[vello.sites.uol.com.br/conteudo.htm](http://vello.sites.uol.com.br/conteudo.htm)>. Acesso 26 jan. 2012.

\_\_\_\_\_. Cultural framing of mathematics teaching and learning. In: BIEHLER, R.; et al. (Eds.). **Didactics of mathematics as a scientific discipline**. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers, 1994. p. 443-455.

\_\_\_\_\_. **Etnomatemática**: informática, ciências e matemática. Disponível em: <<http://vello.sites.uol.com.br/tve.htm>>. 1999. Acesso em: 18 jan. 2011.

\_\_\_\_\_. **Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade.** Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

\_\_\_\_\_. Sociedade, cultura, matemática e seu ensino. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 99-120, jan./abr. 2005.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (Eds.). **Handbook of qualitative research.** Thousand Oaks: Sage, 1994. Cap. 15.

DICKSON, L. The area of a rectangle. In: HART, K.; et al. (Eds). **Children's mathematical frameworks 8–13: a study of classroom teaching.** NFER-Nelson, London, 1989.

FAINGUELERNT, E. K. **Educação matemática: representação e construção em geometria.** Porto Alegre: Artmed, 1999.

FONSECA, M. C. F. R.; et al. **O ensino de Geometria na escola fundamental: três questões para a formação do professor dos ciclos iniciais.** Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

FOUREZ, G. **A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências.** São Paulo: UNESP, 1995.

FRANKENSTEIN, M. Critical mathematics education: an application of Paulo Freire's epistemology. **Journal of Education**, v. 165, n. 4, p. 315-339, 1983.

FREIRE, P. **Educação matemática.** Entrevista concedida a Ubiratan D'Ambrosio e à Maria do Carmo Domite. Disponível em: <[www.vello.sites.uol.com.br/entrevista.htm](http://www.vello.sites.uol.com.br/entrevista.htm)>. Acesso 12 jan. 2012.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia do oprimido.** 13. ed. Rio de Janeiro. Paz e Terra, 1983.

FREITAG, B. **A teoria crítica ontem e hoje.** São Paulo: Brasiliense, 2004.

FUCK, M. P.; BONACELLI, M. B. Sementes geneticamente modificadas. In: segurança e racionalidade na adoção de transgênicos no Brasil e na Argentina. **Revista CTS**, n. 12, v. 4, abr. 2008.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Acesso às informações do atlas dos remanescentes florestais.** 2012. Disponível em: <<http://mapas.sosma.org.br/dados>>. Acesso 15 fev. 2012.

GARCÍA, J. L.; et al. **Ciencia, Tecnología y Sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología.** Madrid: TECNOS, 1996.

GILBERT, J. K. Educación tecnológica: una nueva asignatura en todo el mundo. **Enseñanza de las Ciencias.** v. 13, n. 1, p. 15-24. 1995.

GORDILLO, M. M.; CERESO, J. A. L. **Acercando la ciencia a la sociedad: la perspectiva CTS su implantación educativa.** Sala de Lectura CTS+I. Disponível em: <<http://www.campusoei.org/salactsi/mmartin.htm>> Acesso em 5 jan. 2011.

\_\_\_\_\_. GALBARTE, J. C. G. Reflexiones Sobre la Educación Tecnológica desde el Enfoque CTS. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 28, p. 17-59, 2002. Biblioteca Digital da OEI. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org>>. Acesso em 1 fev. 2011.

\_\_\_\_\_. et al. **Ciencia, tecnología y sociedad.** Madrid: Grupo Editorial Norte, 2001.

GRINSPUN, M. P. S. Z. Educação tecnológica. In: \_\_\_\_\_. (Org.). **Educação tecnológica: desafios e perspectivas.** São Paulo: Cortez, 1999. p. 25-73.

GRUBITS, S.; NORIEGA, J. A. (Orgs.). **Métodos qualitativos: epistemologia, complementariedades e campos de aplicação.** São Paulo: Vetor, 2007.

HART, E. P.; ROBOTOM, I. M. The science-technology-society movement in science education: a critique of the reform process. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 27, n. 6, p. 575-588, 1990.

HOFSTEIN, A.; AIKENHEAD, G.; RIQUARTS, K. Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium. **International Journal of Science Education**, v. 10, n. 4, p. 357-366, 1988.

IGLESIA, P. M. Una revisión del movimiento educativo Ciencia-Tecnología-Sociedad. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 15, n. 1, p. 51-57, 1997.

INPE (Instituto de Pesquisas Espaciais). 2010. Disponível em: <[www.inpe.br](http://www.inpe.br)>. Acesso em: 6 jan. 2011.

\_\_\_\_\_. **Monitoramento da cobertura florestal da Amazônia por satélites.** São José dos Campos (SP): INPE, 2008. Disponível em: <<http://mtc-m18.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m18%4080/2008/04.28.13.43/doc/Relatorio.pdf>>. Acesso em: 6 jan. 2011.

\_\_\_\_\_. **Monitoramento de floresta Amazônica por satélite.** Projeto Prodes. Disponível em: <[http://www.obt.inpe.br/prodes/apresentacao\\_prodes.pdf](http://www.obt.inpe.br/prodes/apresentacao_prodes.pdf)>. Acesso em: 17 jul. 2012.

KAISER, G.; SRIRAMAN, B. A global survey of international perspectives on modeling. **The International Journal on Mathematics Education**, v. 38, n. 3, p. 302-310, 2006.

KIDMAN, G. Grade 4, 6 and 8 students' strategies in area measurement. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE MATHEMATICS EDUCATION RESEARCH GROUP OF AUSTRALASIA (MERGA). 22., 1999. **Proceedings...** Adelaide: MERGA, 1999. v 1, p. 271-277.

KINIJNIK, G. As novas modalidades de exclusão social: trabalho, conhecimento e educação. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 19., 1996. **Anais...** Caxambu, 1996.

\_\_\_\_\_. **Exclusão e resistência:** educação matemática e legitimidade cultural. Porto Alegre: Artmed, 1996.

KORDAKI, M.; POTARI, D. The effect of area measurement tools on strategies: the role of a computer microworld. **International Journal of Computers for Mathematical Learning**, v. 7, p. 65-100, 2002.

LABURÚ, C. E.; BARROS, M. A. Problemas com a compreensão de estudantes em medição: razões para a formação do paradigma pontual. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 151-162, 2009.

LESH, R. A. How mathematizing reality is different from realizing mathematics. In: LAMON, J.; et al (Ed.). **Mathematical modelling: a way of life**. Chichester: Ellis Horwood, 2003. p. 37-52.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. **Pesquisa em educação:** abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MACHADO, P. C., LAHM, R. A., GIRAFFA, L. M. M. Ensinando geometria a partir de imagens de satélite: Um relato de experiência. **Revista Ciência & Ideias**, v. 3, out.2011/mar. 2012.

MERCANTE, E. **Dinâmica espectral da cultura da soja ao longo do ciclo vegetativo e sua relação com a produtividade na região oeste do Paraná**. 218 f. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2007.

MATOS, O. C. F. **A Escola de Frankfurt:** luzes e sombras do iluminismo. São Paulo: Moderna, 1993.

MURPHY, C. The role of subject knowledge in primary student teachers' approaches to teaching the topic of area. In: CERME 6, **Proceedings...** 2009. Lyon France INRP. Disponível em: <[www.inrp.fr/publications/edition-electronique/cerme6/wg10-14-murphy.pdf](http://www.inrp.fr/publications/edition-electronique/cerme6/wg10-14-murphy.pdf)> Acesso 14 jan. 2012.

NEVES, C. M. N. **Determinantes do desmatamento na mata atlântica:** uma análise econômica. 83 f. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) - Instituto de Economia. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2006.

OSÓRIO, M. C. La educación científica y tecnológica desde el enfoque en Ciencia, Tecnología y Sociedad. Aproximaciones y experiencias para la educación secundaria. **Revista Iberoamericana de Educación**. n. 28. 2002. Biblioteca da OEI. Biblioteca Digital da OEI. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org>> Acesso em: 2 dez. 2010. p. 1-15.

OUTHRED, L. N.; MITCHELMORE, M. C. Young children's intuitive understanding of rectangular area measurement. **Journal for Research in Mathematics Education**, v. 31, n. 2, p. 144-167, 2000.

PALACIOS, F. A.; OTERO, G. F.; GARCIA, T. R. **Ciencia, Tecnología y Sociedad**. Madrid: Ediciones Del Laberinto, 1996.

\_\_\_\_\_. et al. **Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual**. Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos. Cuadernos de Iberoamérica. 2001.

PEUKERT, H. Problemas básicos de uma teoria crítica da educação. **Educação e Sociedade**, v. 17, n. 56, p. 412-430. 1996.

PINHEIRO, N. A. M. **Educação crítico-reflexiva para um ensino médio científico-tecnológico: a contribuição do enfoque CTS para o ensino e aprendizagem do conhecimento matemático**. 2005. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica)- Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

\_\_\_\_\_. Educação matemática crítica: discutindo sobre suas perspectivas e contribuições para o ensino-aprendizagem da matemática. **Boletim GEPEM**, n. 52, jan./jun. p. 29-49, 2008.

\_\_\_\_\_. SILVA, S. C. R.; SANTOS JÚNIOR, G. Educação matemática crítica: uma perspectiva para o ensino na sociedade científico-tecnológica. Disponível em: <[www.fae.ufmg.br/abrapec](http://www.fae.ufmg.br/abrapec)>. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC.SC). 6., 2007. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2007.

\_\_\_\_\_. SILVEIRA, R. M. C.; BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

REZAEI, A.; KATZ, L. Science, Technology and Society: facts or opinions. **Alberta Science Education Journal**. v. 31, n. 1, p. 30-41, jul. 1998.

RUBBA, P. A. An investigation of the semantic meaning assigned to concepts affiliated with STS education and of STS instructional practices among a sample of exemplary science teachers. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 26, n. 8, p. 687-702, 1989.

\_\_\_\_\_. HARKNESS, W. L. Examination of preservice and in-service secondary science teachers' beliefs about science-technology-society interactions. **Science Education**, v. 77, n. 4, p. 407-431, 1993.

\_\_\_\_\_. SCHONEWEG, C.; HARKNESS, W. L. A new scoring procedure for the views on Science- Technology-Society instrument. **International Journal of Science Education**, v.18, n. 4, p. 387-400, 1996.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciência**, v. 2, n. 2, p.1-23, dez. 2002.

\_\_\_\_\_. SCHNETZLER, R. P. A formação do cidadão e o ensino de CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade. In: \_\_\_\_\_. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. 3. ed. Ijuí (RS): Ed.Unijuí, 2003. Cap. 3: p. 57-90.

SAVIANI, D. O trabalho como princípio educativo frente às novas tecnologias. In: FERRETTI, C. J.; et al (Org.) **Novas tecnologias, trabalho e educação: um debate multidisciplinar**. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 1996.

SEBASTIÁN, J. Lãs lógicas de la ciencia e la tecnología en el contexto de La gobernabilidad democrática. **Biblioteca Digital da OEI** (Organização de Estados Iberoamericanos para a Educação, a Ciência e a Cultura), p. 8-23, 2000. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org>>. Acesso em: 8 dez. 2010.

SILVA, D.; BARROS FILHO, J.; LACERDA NETO, J. C. N. Atividades de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) para as disciplinas dos cursos de Administração de Empresas. **Revista Álvares Penteado**, n. 4, p. 47-67, jun. 2000.

\_\_\_\_\_. et al. Ensino de engenharias e ensino de ciências das disciplinas experimentais: proposta de ações pedagógicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA MECÂNICA (COBEM). 14., 1999. **Atas...** Águas de Lindóia (SP): ABCM; UNICAMP. [CD-ROM]: Acrobat Reader, 1999. Disponível em: <<http://www.fae.unicamp.br/dirceu/>>. Acesso em: 8 dez. 2010.

SILVEIRA, R. M. C. F. **Inovação tecnológica na visão dos gestores e empreendedores de Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica do Paraná (IEBT-PR): desafios e perspectivas para a educação tecnológica**. 257 f. 2007. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

SKOVSMOSE, O. Cenários para investigação. **BOLEMA – Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro (SP), n. 14, p. 66-91, set. 2000.

\_\_\_\_\_. **Desafios da educação matemática crítica**. Campinas (SP): Papirus, 2008.

\_\_\_\_\_. **Educação crítica: incerteza, matemática, responsabilidade**. São Paulo. Cortez, 2007.

\_\_\_\_\_. **Educação matemática crítica: a questão da democracia**. Campinas (SP): Papirus, 2001.

\_\_\_\_\_. **Towards a philosophy of critical mathematics education**. Dordrecht: Kluwer, 1994.

SOUZA CRUZ, S. M. S. C.; ZYLBERSZTAJN, A. O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos. In: PIETROCOLA, M. (Org.). **Ensino de física:**

conteúdo metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: EDUFSC, 2001.

TIERNEY, C.; BOYD, C.; DAVIS, G. Prospective primary teachers' conceptions of area. In: BOOKER, G.; COBB, P.; MENDECUTI, T. D. (Eds.), In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP OF THE PSYCHOLOGY OF MATHEMATICS EDUCATION. 14., 1990. **Proceedings...** Mexico: IGPME. 1990. p. 307-315.

TUÑÓN, H.; et al. **Ciencia, Tecnología y Sociedad**. Sevilla: Algaida Editores, 2001.

VÁZQUEZ ALONSO, A.; MANASSERO MAS, M. A. Características del conocimiento científico: creencias de los estudiantes. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 3, p. 377-395, 1999.

VILCHES, A.; FURIÓ, C. Ciencia, Tecnología, Sociedad: implicaciones en la educación científica para el siglo XXI. **Biblioteca Digital da OEI** (Organização de Estados Iberoamericanos para a Educação, a Ciência e a Cultura), 1999. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo2.htm>>. Acesso em: 10 dez. 2010.

VITHAL, R. **In search of a pedagogy, of conflict and dialogue for mathematics education**. Aalborg: Aalborg University. 2000.

WAKS, L. J., BARCHI, B. A. STS in U.S. school science: perceptions of selected leaders and their implications for STS education. **Science Education**, v. 76, n. 1, p.79-90, 1992.

ZAUTH, G.; OGATA, M. N. Dimensões sociais de ciência: educação CTS nas escolas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO, 32., 2009. **Anais...** Curitiba: Intercom; Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação, 2009.

**APÊNDICE A - MATERIAL UTILIZADO NAS DISCUSSÕES SOBRE CTS**

## MATERIAL UTILIZADO NAS DISCUSSÕES SOBRE CTS

### Introdução aos estudos CTS.

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ.  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA :  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

OFICINA I

O ENSINO DE MEDIDAS DE ÁREAS COM O ENFOQUE CTS

Aluno: Carlos Teles de Miranda  
Orientador: Guataçara dos Santos Junior  
Co-Orientação: Nilcéia A. Maciel Pinheiro

### Agenda

- Algumas definições de Ciência.
- O que é Tecnologia.
- Visões deformadas acerca da Ciência.
- O que significam os estudos da Ciência, Tecnologia e Sociedade?
- As premissas CTS.
- O Enfoque CTS.

O Ensino de matemática com o Enfoque CTS



### O domínio do fogo

O domínio do fogo foi crucial para a evolução tecnológica, a partir daí houve o cozimento dos alimentos, a domesticação dos animais, a agricultura, o tear, a cerâmica, a construção de moradias, a fundição de metais, esses são somente alguns dos elementos significativos da longa cadeia de atos técnicos que caracterizam a evolução cultural dos homens (BAZZO, LINSINGEN e PEREIRA, 2003).

### As sociedades



### Ciência

No início os homens ansiavam entender o mundo, mas não sabiam qual era o método. Imaginavam que tudo era perfeito, que o universo estava fantasticamente organizado, arrumado, que os deuses eram as forças dominantes.

Com o passar do tempo descobriram uma "maneira" mais ampla e distinta de entender a natureza e o universo.

Essa "maneira" é conhecida como: CIÊNCIA.

### O que é Ciência?

De acordo com a concepção tradicional da ciência, esta é vista como um empreendimento autônomo, objetivo, neutro e baseado na aplicação de um código de racionalidade alheio a qualquer tipo de interferência externa (BAZZO, LINSINGEN e PEREIRA, 2003).

### O que é Ciência?

Conforme a Unesco: a ciência é o conjunto de conhecimentos organizados sobre os mecanismos de causalidade dos fatos observáveis, obtidos através do estudo objetivo dos fenômenos empíricos”

### O que é Ciência?

“A ciência é um conjunto de conhecimentos racionais, certos ou prováveis, obtidos metodicamente, sistematizados e verificáveis, que fazem referência a objetos de uma mesma natureza.” (Ander-Egg, 1978)

### Conhecimento científico

- O conhecimento científico toma bases sólidas para suas afirmações, é alicerçado por investigações sistematizadas, de maneira empírica está fundamentado no controle dos fatos estudados, originando conclusões gerais.
- Isto é, as afirmações valem para todos os casos que se assemelham àqueles observados, em qualquer lugar.
- Procura desenvolver uma linguagem dentro de um rigor que evite ambiguidades.
- Logo a ciência é objetiva e racional.
- Uso da matemática.

### Conhecimento de senso Comum

- Acrítico;
- Não sistemático;
- Não rigoroso;
- Fragmentado;

### Tecnologia

- O termo “tecnologia” é utilizado para referir-se àqueles sistemas desenvolvidos que levam em conta o uso do conhecimento científico (BAZZO, LINSINGEN e PEREIRA, 2003).

## Tecnologia

- Poderíamos dizer que a tecnologia é o conjunto de conhecimentos com base científica, que permitem fabricar ou produzir objetos, influenciar no meio ambiente modificando-o, (clonagem, inseminação artificial, transgênicos), isso tudo em virtude, por vezes, da necessidade humana e em outras por mero desejo.
- A tecnologia é a aplicação da ciência:
  - Em primeiro lugar, uma tecnologia segue um conjunto de regras tecnológicas;
  - Tais regras são consequências das deduções das leis científicas;
  - Então, o desenvolvimento e a produção tecnológica estão diretamente ligados à investigação científica.

(González García, López Carro e López, 1996)

## Relação entre ciência e Tecnologia

CONCEPÇÃO HERBADA	CONCEPÇÕES
A ciência é o conhecimento que revela a realidade.	Desenvolvimento científico-tecnológico é um processo social como os outros.
A ciência é objetiva e neutra. Não há interesses ou fatores subjetivos em seus conteúdos.	As mudanças científico-tecnológicas tem importantes efeitos na vida social e na natureza.
A história da ciência consiste na acumulação de conhecimentos objetivos à margem das condições externas.	Compartilhamos um compromisso democrático.
A tecnologia é a aplicação prática dos conhecimentos científicos	Devem-se promover avaliações e controle social do desenvolvimento científico-tecnológico.

### POSSÍVEIS VISÕES DEFORMADAS ACERCA DA CIÊNCIA QUE INCIDEM SOBRE OS PROCESSOS DE ENSINO

- Visão empirista e atórica - Ressalta-se o papel da observação e da experimentação "neutras", não contaminadas por ideias, esquecendo o papel essencial das hipóteses; no entanto, a educação em geral é puramente livresca, sem trabalho experimental. A aprendizagem é uma questão de "descobrimto" ou se reduz à prática "dos processos", com omissão dos conteúdos.

(Bassó, W.A.; von Uninigen, I.; Perais, L. T. V. (Ed.). Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) p. 13-33). Madrid : OEI, 2009)

### POSSÍVEIS VISÕES DEFORMADAS ACERCA DA CIÊNCIA QUE INCIDEM SOBRE OS PROCESSOS DE ENSINO

- Visão rígida: Apresenta-se o "Método Científico" como um conjunto de etapas que se deve seguir mecanicamente. No ensino se ressalta o que se supõe ser um tratamento quantitativo, um controle rigoroso etc., esquecendo ou inclusive rechaçando tudo o que implica invenção, criatividade, dúvida... No polo oposto desta visão rígida e dogmática da ciência como descobridora da "verdade contida nos fatos", apresenta-se um relativismo extremo, tanto metodológico ("vale tudo", não existem estratégias específicas no trabalho científico), como conceitual (não há uma realidade objetiva que permita contrastar a validade das construções científicas: a única base na qual se apoia o conhecimento é o consenso da comunidade de pesquisadores nesse campo).

### POSSÍVEIS VISÕES DEFORMADAS ACERCA DA CIÊNCIA QUE INCIDEM SOBRE OS PROCESSOS DE ENSINO

- Visão acumulativa linear: Os conhecimentos aparecem como frutos de um conhecimento linear, ignorando as crises, as remodelações profundas. Ignora-se, em particular, a descontinuidade radical entre o tratamento científico dos problemas e o pensamento ordinário.
- Visão individualista: Os conhecimentos científicos aparecem como obras de gênios isolados, desconhecendo-se o papel do trabalho coletivo, dos intercâmbios entre equipes... Esta visão individualista se apresenta associada, algumas vezes, a concepções elitistas.

### POSSÍVEIS VISÕES DEFORMADAS ACERCA DA CIÊNCIA QUE INCIDEM SOBRE OS PROCESSOS DE ENSINO

- Visão "velada", elitista: Apresenta o trabalho científico como um domínio reservado a minorias especialmente dotadas, transmitindo expectativas negativas para a maioria dos alunos, com claras discriminações de natureza social e sexual (a ciência é apresentada como uma atividade eminentemente "masculina"). Contribui-se para este elitismo escondendo a significação dos conhecimentos após o aparato matemático. Não são realizados esforços para tornar a ciência acessível (começando com tratamentos qualitativos, significativos), nem por mostrar seu caráter de construção humana, no que não faltam confusões nem erros, como os erros dos próprios alunos.

#### POSSÍVEIS VISÕES DEFORMADAS ACERCA DA CIÊNCIA QUE INCIDEM SOBRE OS PROCESSOS DE ENSINO

- Visão de “sentido comum”: Os conhecimentos são apresentados como claros, óbvios, “de sentido comum” esquecendo-se que a construção científica parte, precisamente, do questionamento sistemático do óbvio.

#### POSSÍVEIS VISÕES DEFORMADAS ACERCA DA CIÊNCIA QUE INCIDEM SOBRE OS PROCESSOS DE ENSINO

- Visão descontextualizada, socialmente neutra: São esquecidas as complexas relações CTS e são proporcionadas imagens dos cientistas como se fossem seres “acima do bem e do mal”, enclausurados em torres de marfim e distantes das necessárias tomadas de decisão. Como reação pode-se cair em uma visão excessivamente sociológica da ciência que dilui por completo sua especificidade (com base em Vilches; Furió, <<http://www.campus-oei.org/cts/ctseduccion.htm>>).

• (Bazzo, W.A.; von Linsingen, I.; Ferreira, L. T. V. (Eds.). Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) p. 13-33). Madrid - OEI, 2003)

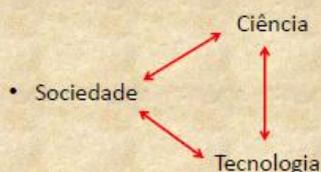
#### Os Estudos CTS

- Os estudos CTS resultam da guerra do Vietnam, dos movimentos sociais, das reformas curriculares norte-americanas como reação ao Sputnik, dos movimentos ambientais, do desenvolvimento tecnocientífico e das novas perspectivas filosóficas.

#### Os Estudos CTS

- Entre os anos de 1955 e 1968 identifica-se um período de alerta: desastres nucleares e químicos, o aumento do poder bélico, a guerra de Vietnam, o uso indiscriminado de insecticidas e fertilizantes.

#### Interação CTS



#### Premissas CTS

- a) No campo da pesquisa social sobre o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, entendido como um processo desencadeado por fatores culturais, políticos, sociais e epistemológicos

### Premissas CTS

- b) No campo das políticas públicas e modos de regulação das atividades da ciência e tecnologia, como determinantes nos modos de vida da sociedade. Preocupa-se então, com as consequências sociais e ambientais acarretadas pelo desenvolvimento da ciência e tecnologia.

### Premissas CTS

- c) No campo da educação, utilizando-se dos mecanismos educacionais para promover a avaliação e o controle social do desenvolvimento científico e tecnológico. Isto é, proporcionar por meio da educação uma base sólida e senso crítico sobre tal desenvolvimento

### Premissas CTS

- c) No campo da educação, utilizando-se dos mecanismos educacionais para promover a avaliação e o controle social do desenvolvimento científico e tecnológico. Isto é, proporcionar por meio da educação uma base sólida e senso crítico sobre tal desenvolvimento

### O Enfoque CTS: Modalidades

- Enxerto CTS: introduzir temas CTS nas disciplinas de ciências, abrindo discussões e questionamentos do que seja ciência e tecnologia. Nos Estados Unidos podemos citar o projeto Harvard Project Physics e, na Europa, o projeto SATIS (Science and Technology in Society) que englobam essa modalidade

### O Enfoque CTS: Modalidades

- Ciência e tecnologia por meio de CTS: estruturar o conteúdo científico por meio do CTS. Essa estruturação pode acontecer numa só disciplina ou por meio de trabalhos multidisciplinares e interdisciplinares. Pode-se ver esse tipo de trabalho no PLON (Projeto de Desenvolvimento Curricular em Física), trabalhado na Holanda.

### O Enfoque CTS: Modalidades

- CTS puro: ensinar ciência, tecnologia e sociedade por intermédio do CTS, no qual o conteúdo científico tem papel subordinado. O projeto mais conhecido nessa modalidade é o SISCON (Studies in a Social Context), na Inglaterra.

## Os nove aspectos CTS

ASPECTOS CTS	ESCLARECIMENTOS
1- Natureza da ciência.	1- Ciência é uma busca de conhecimentos dentro de uma perspectiva social.
2- Natureza da Tecnologia.	2- Tecnologia envolve o uso do conhecimento científico e de outros conhecimentos para resolver problemas práticos. A humanidade sempre teve tecnologia.
3- Natureza da Sociedade.	3- A sociedade é uma instituição humana na qual ocorrem mudanças científicas e tecnológicas.
4- Efeito da Ciência sobre a Tecnologia.	4- A produção de novos conhecimentos tem estimulado mudanças tecnológicas.

## Os nove aspectos CTS

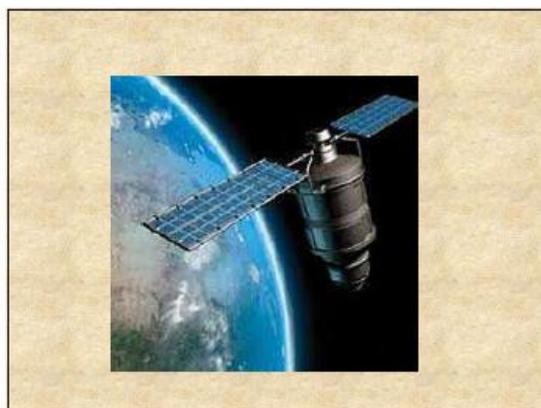
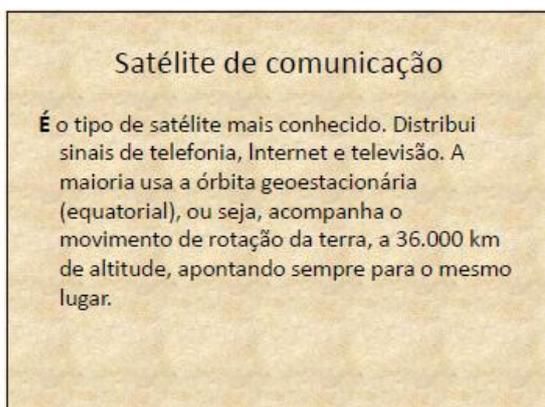
5- Efeito da Tecnologia sobre a Sociedade.	5- A tecnologia disponível a um grupo humano influencia grandemente o estilo de vida do grupo.
6- Efeito da Sociedade sobre a Ciência.	6- Por meio de investimentos e outras providas, a sociedade influencia a direção da pesquisa científica.
7- Efeito da Ciência sobre a Sociedade.	7- Os desenvolvimentos de teorias científicas podem influenciar o pensamento das pessoas e as soluções de problemas.
8- Efeito da Sociedade sobre a Tecnologia.	8- Pressões dos órgãos públicos e de empresas privadas podem influenciar a direção da solução de problemas e, em consequência, promover mudanças tecnológicas.
9- Efeito da Tecnologia sobre a Ciência.	9- A disponibilidade dos recursos tecnológicos limitará ou ampliará os progressos científicos.

**APÊNDICE B - INTRODUÇÃO SOBRE SATÉLITES NA OFICINA I**

## INTRODUÇÃO SOBRE SATÉLITES NA OFICINA I



- O termo “satélite” que vamos conhecer agora é um sistema formado por módulos, que fica na órbita da Terra ou de qualquer outro planeta, mantendo velocidade e altitude constantes. Por ser construído pelo homem, é chamado de “artificial”, para se diferenciar dos satélites naturais, como a Lua, por exemplo. Existem vários tipos de satélites artificiais, com diversas finalidades.



### Satélite de Navegação

- Uma constelação de 24 satélites ao redor da Terra, a cerca de 20.000 km de altitude, forma o **GPS**, sigla em inglês para Sistema de Posicionamento Global. Esse sistema é controlado pelos Estados Unidos, mas pode ser utilizado por todos aqueles que têm um aparelho receptor, detectando sua posição na Terra



### Satélite Meteorológico

- Usado para monitorar o tempo e o clima da Terra. Formações de nuvens, luzes das cidades, queimadas, efeitos de poluição, aurora, tempestades de raios e poeira, superfícies cobertas por neve e gelo e os limites das correntes oceânicas são algumas informações ambientais coletadas por meio dos satélites meteorológicos.



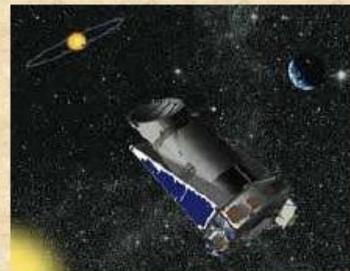
### Satélite Militar

- Um satélite militar equipado com câmeras que funcionam no infravermelho (o que possibilita a identificação de alvos no escuro ou camuflados) consegue fotografar territórios com grande precisão.



### Satélite de Exploração do Universo

- É o satélite que carrega telescópios para observar o céu. O mais conhecido telescópio acoplado a um satélite é o **Hubble**, que desde 1990 produz imagens astronômicas incríveis e únicas

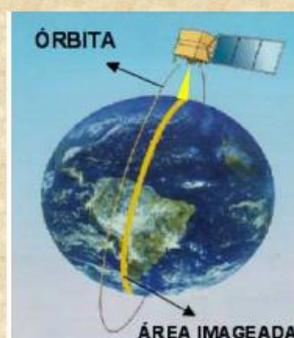
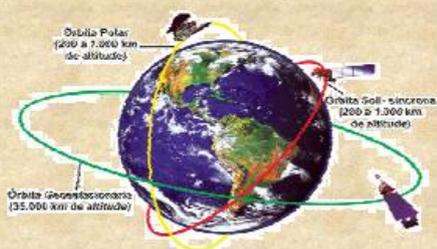


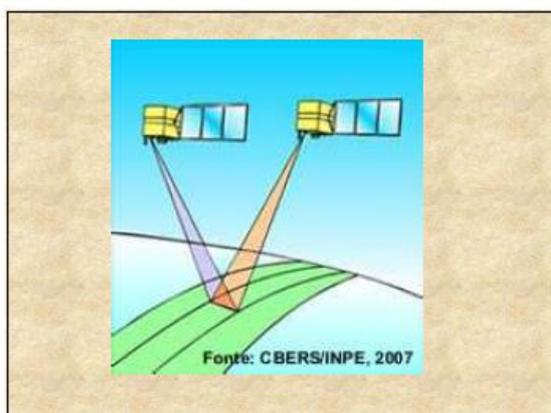
### Satélite de Observação da Terra

- Tem como missão monitorar o território e, para isso, carrega câmeras que registram imagens com diferentes resoluções espaciais. O **CBERS**, desenvolvido por Brasil e China, é um satélite de observação da Terra e trabalha a 780 km de altitude, em órbita polar, ou seja, no sentido norte-sul.



### Como são as órbitas





**Critérios para Classificação de Imagens**

Imagem TM/Landsat 2008	Critérios de interpretação visual Landsat/TM RGB 543	Cobertura da Terra	Processo de desmatamento
	Predomínio de tonalidade verde, textura rugosa e sombreada. Padrão semelhante da floresta da região. Maioria do perímetro contíguo tem o mesmo padrão.	Cobertura florestal, textura heterogênea, com abertura, indicando a estrutura florestal complexa e não alterada.	Floresta não alterada
	Tonalidade magenta, ou verde muito claro (semecado). Forma regular, textura lisa, limites bem definidos entre o polígono (solo exposto) e a matriz florestal.	Predomínio de solo exposto ou pastagem em formação.	Corte Raso
	Predomínio de tonalidade verde e padrão de floresta, com presença de feições de tonalidade magenta ou rosa de tamanho pequeno, com baixa densidade e frequência.	Predomínio de cobertura florestal com manchas de solo exposto, indicando a presença de pátios e indícios de acesso.	Floresta Degradada de Intensidade Leve

**Critérios para Classificação de Imagens**

Imagem TM/Landsat 2008	Critérios de interpretação visual Landsat/TM RGB 543	Cobertura da Terra	Processo de desmatamento
	Predomínio de tonalidade verde e padrão de floresta, com presença de feições de tonalidade magenta ou rosa, de tamanho médio, com média densidade e frequência.	Predomínio de cobertura florestal com manchas de solo exposto indicando a presença de pátios de estocagem de madeira, ramais e clareiras.	Floresta Degradada de Intensidade Moderada
	Predomínio de tonalidade magenta/roxa (clareiras grandes com indicação de fogo) ou verde (com textura lisa) em associação com manchas que apresentam padrão de floresta.	Presença de grandes clareiras com solo exposto, vegetação secundária e/ou área extensa de cicatrizes de fogo florestal, combinadas com manchas florestais.	Floresta Degradada de Intensidade Alta

**Atividade 1**

Cálculo de áreas de figuras planas irregulares.

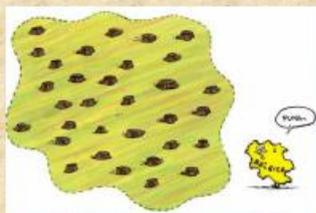
**Atividade (Etapa 1)**

**O BRASIL VISTO DO ESPAÇO**

- Em um país com dimensões continentais, com muitos recursos naturais e grandes regiões remotas como o nosso, o uso de imagens de satélite se faz necessário para o monitoramento das transformações que ocorrem no território, sejam elas naturais ou aquelas causadas pela ação do homem.

- Amazônia:** O INPE desenvolveu quatro sistemas de monitoramento da Amazônia, cada um deles com uma função diferente.
- PRODES:** Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite. Utiliza imagens do satélite americano Landsat. Produz, desde 1988, estimativas anuais das taxas de desflorestamento da Amazônia Legal, divididas por Estado (Acre, Amapá, Amazonas, Goiás, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins). Até agora, cerca de 700.000 Km<sup>2</sup> já foram desmatados, o que corresponde a 17% da cobertura original da floresta. Desse total, 300.000 Km<sup>2</sup> foram desmatados nos últimos 20 anos!

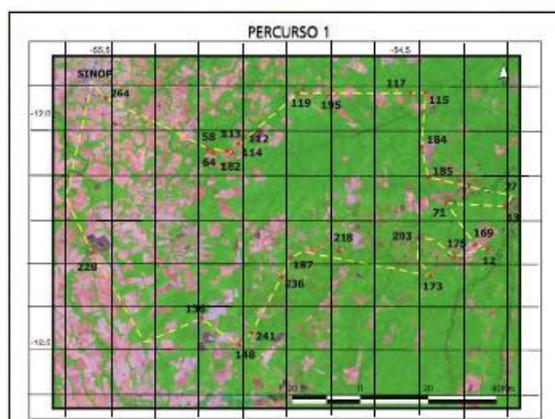
- 700.000 km<sup>2</sup> = 23 Bélgicas, ou 17 Holandas, ou ainda 172.839.500 campos futebol!



- Até aqui, foi possível ter ideia da maneira com que as imagens de satélites são produzidas. É por meio dessas imagens que são feitos os cálculos para podermos saber o quanto está sendo desmatado, por exemplo, na Floresta Amazônica. É evidente que os cálculos feitos seguem os direcionamentos científicos com a utilização de muita tecnologia. No entanto, para os nossos trabalhos, começaremos com situações simples envolvendo o cálculo de áreas.

### Problematização

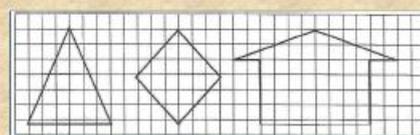
- A imagem a seguir (PERCURSO 1) contém uma poligonal fechada oriunda da ligação entre os pontos vermelhos da figura, que originou-se de uma varredura feita por satélites na região da Amazônia, em cada um dos pontos foram feitas observações sobre o desmatamento lá ocorrido. Na figura, suponha que cada quadrícula tenha a unidade de medida igual a 1.



- Calcule a medida aproximada, por excesso, da área da poligonal fechada com o tracejado na cor amarela.
- Calcule a medida aproximada, por falta, da área da poligonal fechada com o tracejado na cor amarela.
- Compare as respostas dos itens (a) e (b) e diga se alguma delas é exata.
- No contexto até agora estudado, em sua opinião, qual é a importância da Ciência e da Tecnologia para a sociedade?
- Qual avanço para a humanidade existe nesse contexto?

### Atividade 2

Na imagem a seguir, são apresentadas três figuras, considere cada quadrícula com uma unidade de medida:



- a) Qual é, aproximadamente, a medida do contorno de cada uma das figuras?
- b) Quantos quadradinhos, aproximadamente, há no interior do contorno de cada figura?
- c) Por que utilizamos o termo “aproximadamente” nos itens (a) e (b)?
- d) Existe outra maneira de chegar ao mesmo resultado? Qual?
- e) Observando a imagem da situação-problema 1 e a imagem da situação-problema 2 à que conclusões pode-se chegar?

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ.  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA :  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

## OFICINA II

### O ENSINO DE MEDIDAS DE ÁREAS COM O ENFOQUE CTS

Aluno: Carlos Teles de Miranda  
Orientador: Guataçara dos Santos Junior  
Co-Orientação: Nilcéia A. Maciel Pinheiro

## Atividade 1

Cálculo de Áreas de figuras planas:  
Retângulos e Quadrados

## Atividade 1

### 1.1 Mercadante reforça operação contra desmatamento na Amazônia

Novos instrumentos vão auxiliar no combate ao desmatamento na Amazônia. Os dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), via monitoramento por satélites, passarão a ser informados *online* para reforçar o trabalho de fiscalização em campo, em especial nas áreas embargadas.

O anúncio foi feito pelo ministro da Ciência e Tecnologia, Aloizio Mercadante, na semana passada.

Uma avaliação feita entre os meses de março e abril indicou para o alerta de desmatamento de 593 km<sup>2</sup> na Amazônia. Deste total, 480 km<sup>2</sup> foram verificados no Mato Grosso, 67,2 Km<sup>2</sup> no Pará, 41,3 km<sup>2</sup> em Rondônia, 2,3 Km<sup>2</sup> no Acre, 1,1 Km<sup>2</sup> em Roraima e 0,9 Km<sup>2</sup> no Maranhão.

Mercadante também anunciou lançamentos de satélites para os próximos anos na intenção de tornar os dados fornecidos pelo Inpe ainda mais precisos. No total, estão previstos investimentos da ordem de R\$ 1 bilhão para uma nova geração de satélites, com ganho para o monitoramento de florestas.

“Esse trabalho conjunto vai trazer respostas bem rápidas e mais eficientes para podermos documentar o que aconteceu, sustentar juridicamente o Ministério Público e, ao mesmo tempo, melhorar a nossa política de prevenção com dados de qualidade em tempo real”, destacou. Fonte: Gestão C&T. (Disponível em: <http://www.consecti.org.br/2011/05/24/>. Acesso 20 Ago. 2011.

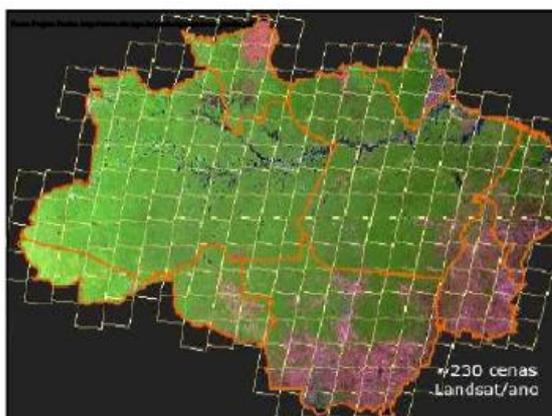
## Unidades de Medidas de áreas

- “Medir a área de uma superfície significa compará-la com uma superfície adotada como unidade”. (PAIVA, 2005)
- A unidade fundamental de área é o metro quadrado, simbolizado por  $m^2$ , que é uma superfície quadrada com 1 metro de lado.



## Problematização

- A Amazônia Legal é composta por vários Estados brasileiros, para monitorar o desmatamento nesses Estados são necessárias aproximadamente 230 imagens do satélite Landsat, (retângulos amarelos), como pode ser visto no mosaico da figura. Cada retângulo representa uma cena, isto é, uma imagem com informações sobre desmatamento, queimadas ou preservação do ambiente.



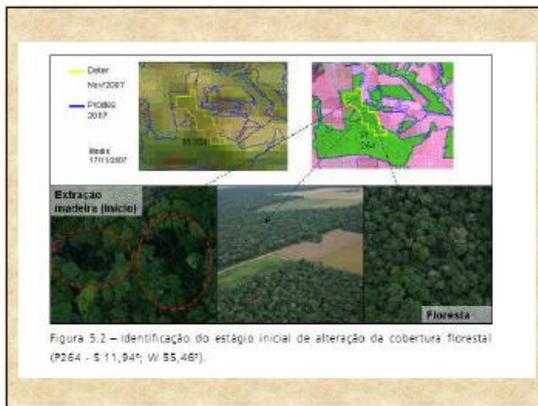
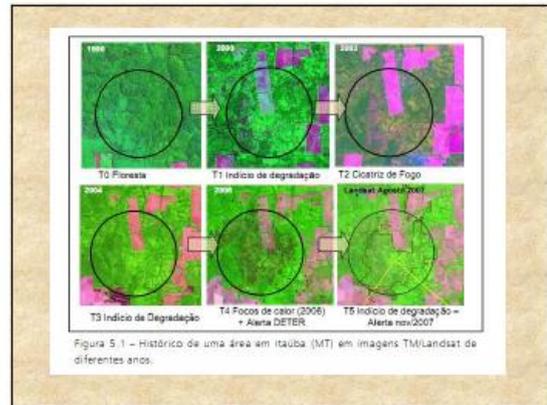
- Supondo que cada retângulo da imagem apresentada, possua a base com 1 unidade de medida e a altura com 2 unidades de medida, qual é a área total encoberta por todos os retângulos?
- A área encontrada no item (a) é exata?
- A área encontrada por meio das imagens de satélite, depois de passadas por todo um tratamento tecnológico, é exata?
- No texto, o ministro da Ciência e Tecnologia, Aloizio Mercadante deixa subentendido as implicações da ciência e da tecnologia na sociedade. Destaque uma frase do texto onde isso está implícito, explicando-a.

## Atividade 2

De acordo com o trecho extraído do texto responda o que se pede:

*“Uma avaliação feita entre os meses de março e abril indicou para o alerta de desmatamento de 593 km<sup>2</sup> na Amazônia. Deste total, 480 km<sup>2</sup> foram verificados no Mato Grosso, 67,2 Km<sup>2</sup> no Pará, 41,3 km<sup>2</sup> em Rondônia, 2,3 Km<sup>2</sup> no Acre, 1,1 Km<sup>2</sup> em Roraima e 0,9 Km<sup>2</sup> no Maranhão.”*

- Imagine que a área de desmatamento de 593 km<sup>2</sup>, possua o formato de um quadrado. Qual seria a medida do lado do quadrado imaginado? Faça o esboço do desenho para justificar a resposta.
- Depois de encontrar a resposta para a situação do item (a), transforme as medidas para metros e também faça um esboço do desenho.
- Em grupos de no máximo 3 pessoas, meça todos os lados da sala de aula, (não deve ser computado a área das janelas nem da porta). Faça um esboço do desenho.
- A resposta que você encontrou pode ser considerada exata?
- Faça uma comparação entre a área da sala e a área desmatada. Justifique sua resposta.

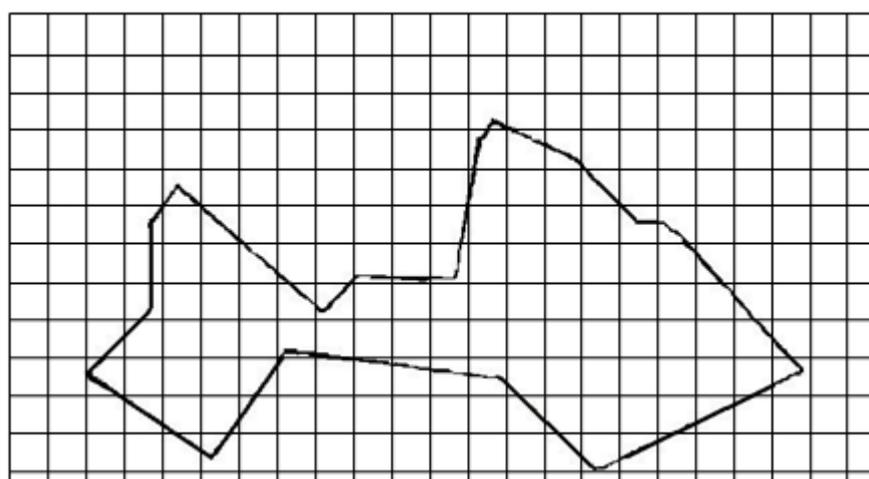


**APÊNDICE C - ATIVIDADES APLICADAS, MAS NÃO DISCUTIDAS**

## ATIVIDADES APLICADAS, MAS NÃO DISCUTIDAS.

### OFICINA I

**Atividade 6** A imagem representa outro percurso realizado pela varredura de satélite.



De acordo com a figura:

- Calcule a medida aproximada, por excesso, da área da poligonal.
- Calcule a medida aproximada, por falta, da área da poligonal.
- Qual seria a medida mais adequada para a área da figura contornada?
- Qual é, aproximadamente, a medida do contorno da figura?

QUESTÃO	PADRÃO DE RESPOSTA ESPERADO
a)	105 u. m.
b)	64 u. m.
c)	$105 + 64/2 = 84,5$ u. m.
d)	58 u. m.

Fonte: Autoria própria

QUESTÃO	CATEGORIA/RESPOSTA	%
a)	Próximo do padrão de resposta esperado.	100
b)	Próximo do padrão de resposta esperado.	100
c)	Próximo ou igual ao padrão de resposta esperado.	100
d)	Próximo ao padrão de resposta esperado.	100

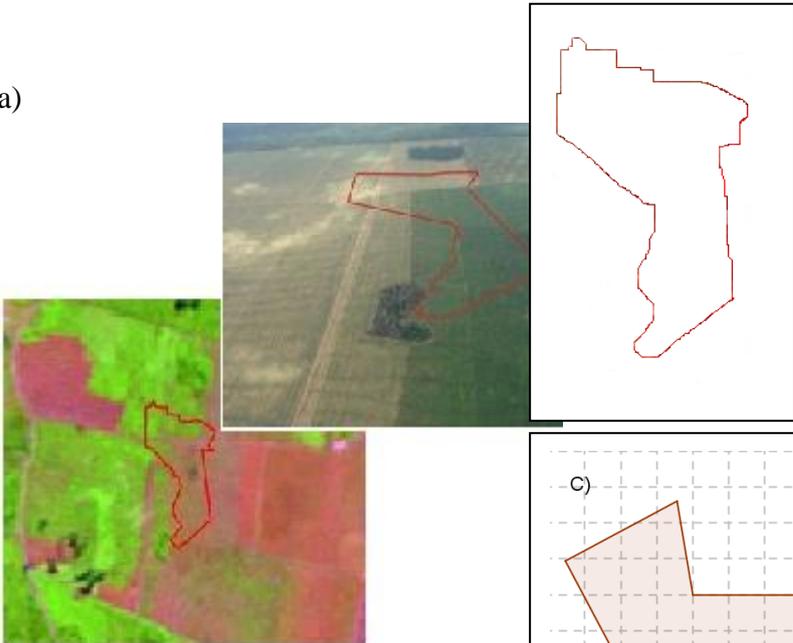
Fonte: Autoria própria

Nesta questão são apresentadas situações parecidas com a atividade 1 e atividade 2, imagem de satélite, figura quadriculada e os itens a serem resolvidos. Para este caso corrobora-se com a discussão dos resultados encontrados nas referidas atividades anteriores.

### Atividade 7

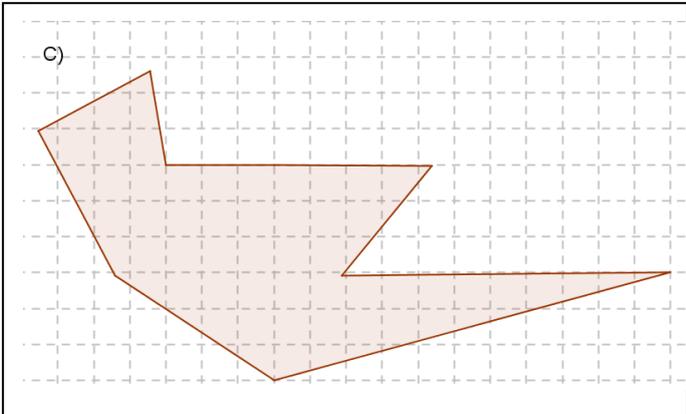
A seguir são apresentadas figuras geométricas com regularidade maior do que as outras figuras apresentadas até aqui. Calcule a área de cada uma delas da maneira que você achar mais adequada. Explique como e por que você realizou a tarefa da maneira escolhida.

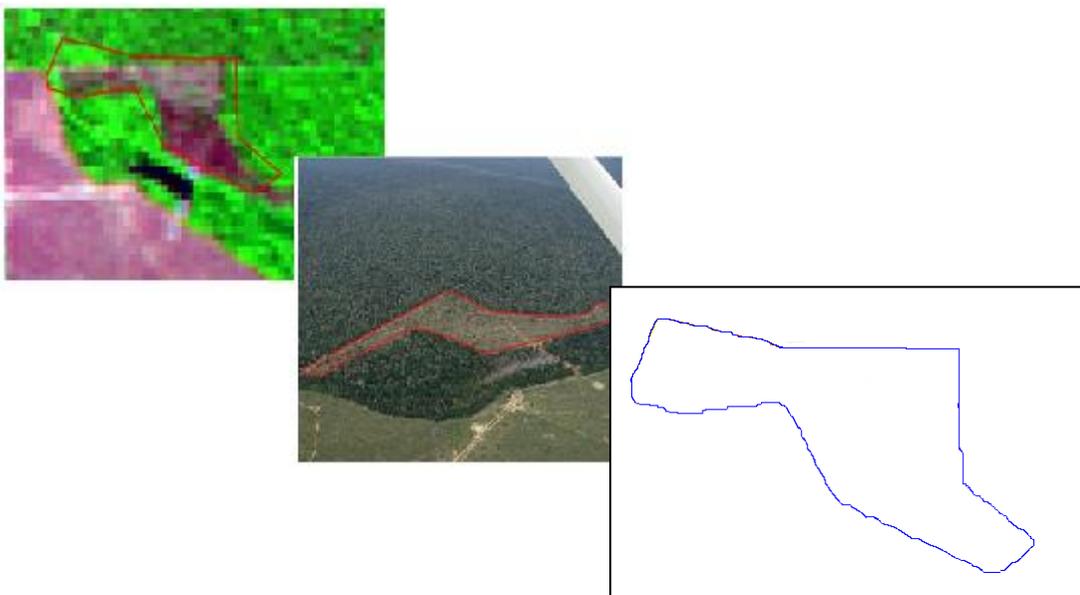
a)



b)

c)





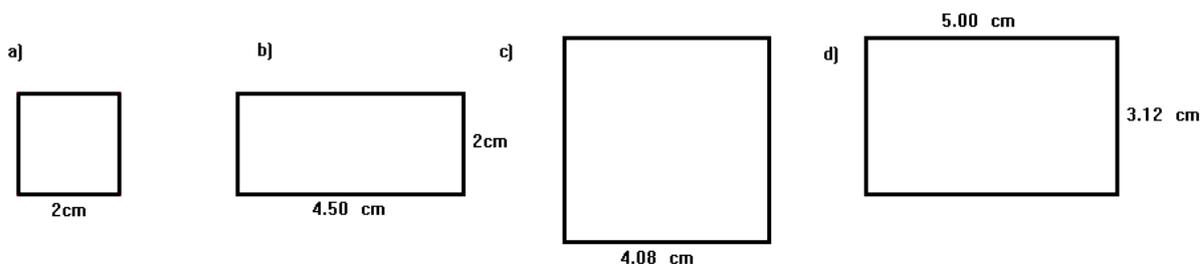
## OFICINA II

### Atividade 4

Por que a maior área desmatada, segundo o texto, apresenta-se no Mato Grosso?

### Atividade 5

Calcule a área das seguintes figuras geométricas:



### Atividade 6

A base de um retângulo tem 3 cm a mais que a altura. Determine a área desse retângulo, sabendo que seu perímetro é 26 cm.

### Atividade 7

A base de um retângulo é 1 cm a menos que o dobro da altura. Calcule o perímetro desse retângulo sabendo que sua área é  $15 \text{ cm}^2$ .

### Atividade 8

(ENEM, 2008) Calcula-se que 78% do desmatamento na Amazônia tenha sido motivado pela pecuária - cerca de 35% do rebanho nacional está na região - e que pelo menos 50 milhões de hectares de pastos são pouco produtivos. Enquanto o custo médio para aumentar a

produtividade de 1 hectare de pastagem é de 2 mil reais, o custo para derrubar igual área de floresta é estimado em 800 reais, o que estimula novos desmatamentos.

Adicionalmente, madeireiras retiram as árvores de valor comercial que foram abatidas para a criação de pastagens. Os pecuaristas sabem que problemas ambientais como esses podem provocar restrições à pecuária nessas áreas, a exemplo do que ocorreu em 2006 com o plantio da soja, o qual, posteriormente, foi proibido em áreas de floresta.

(ÉPOCA, 3 mar. 2008; 9 jun. 2008). (com adaptações).

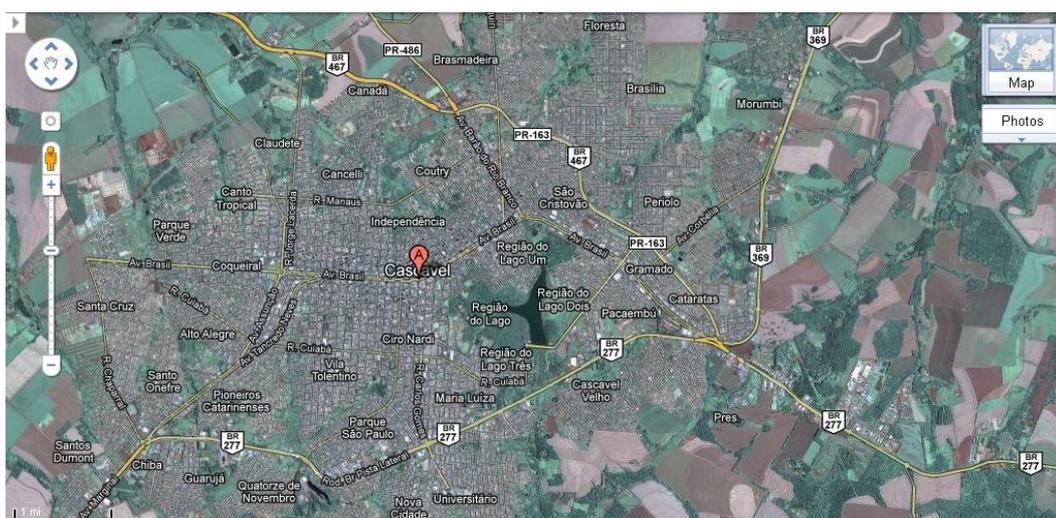
A partir da situação-problema descrita, conclui-se que:

- o desmatamento na Amazônia decorre principalmente da exploração ilegal de árvores de valor comercial.
- um dos problemas que os pecuaristas vêm enfrentando na Amazônia é a proibição do plantio de soja.
- a mobilização de máquinas e de força humana torna o desmatamento mais caro que o aumento da produtividade de pastagens.
- o superávit comercial decorrente da exportação de carne produzida na Amazônia compensa a possível degradação ambiental.
- a recuperação de áreas desmatadas e o aumento de produtividade das pastagens podem contribuir para a redução do desmatamento na Amazônia.

### OFICINA III

#### Parte da Atividade 4

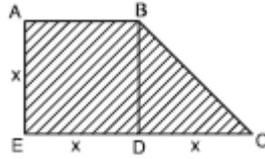
As imagens geradas por meio de satélites também são importantes para se observar a estrutura e o crescimento das cidades. Por meio de tais imagens é possível realizar o planejamento urbano.



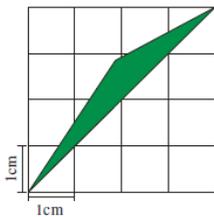
- O Planejamento urbano tem o objetivo de proporcionar melhorias na vida dos cidadãos, neste caso de que maneira a ciência e a tecnologia podem proporcionar bem-estar social?

**Atividade 7**

(Unicap-PE) A área da região hachurada, é de  $54 \text{ m}^2$ . Determine, em metro, o comprimento do segmento de reta EC.

**Atividade 8**

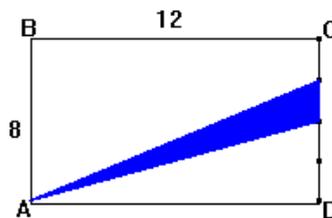
(FUVEST) Considere o triângulo representado na malha quadriculada. A área do triângulo, em  $\text{cm}^2$ , é:



- a) 2. b) 3. c) 4. d) 5. e) 6.

**Atividade 9**

Calcule a área do triângulo destacado, sabendo que ABCD é um retângulo cuja base e altura medem, respectivamente, 12 cm e 8 cm e que o segmento CD está dividido em quatro segmentos congruentes, conforme a figura.



c)