CEFET/RJ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

AS CONTRIBUIÇÕES DE TEMAS SOCIOAMBIENTAIS PARA A APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA, SOB OS ENFOQUES CTS, EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Danielle Paiva Ferreira

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

Orientadores:
Prof. Alvaro Chrispino, D.Ed.
Prof. Dayse Haime Pastore, D.Sc.

Rio de Janeiro
Junho/2012

AS CONTRIBUIÇÕES DE TEMAS SOCIOAMBIENTAIS PARA A APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA, SOB OS ENFOQUES CTS, EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

Danielle Paiva Ferreira

Aprovada por:

_____

Presidente, Prof. Alvaro Chrispino, D.Ed. (orientador),

_____

Prof. Dayse Haime Pastore, D.Sc. (coorientador)

_____

Prof. Marcelo Borges Rocha, D. Sc.

_____

Prof. Jorge Cardoso Messeder, D. Sc. (IFRJ)

Rio de Janeiro
Junho/2012

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central do CEFET/RJ

F383 Ferreira, Danielle Paiva
As contribuições de temas socioambientais para a aprendizagem de matemática sob os enfoques cts,educação matemática crítica e educação ambiental / Danielle Paiva Ferreira.—2012.
x, 75f. + Anexos : il. , grafs. , tabs. ; enc.

Dissertação (Mestrado) Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca ,2012.
Bibliografia : f.65-71
Orientadores : Alvaro Chrispino [e] Dayse Haime Pastore .

1.Matemática (Ensino fundamenta)-Estudo de caso 2.Ciência-Aspectos sociais 3.Tecnologia 4.Educação ambiental I.Chrispino, Álvaro (orient.) II.Pastore, Dayse Haime(orient.) III.Título.

CDD 510

DEDICATÓRIA

À Deus, criador de todas as coisas, e que me proporcionou essa grande oportunidade;

Aos meus pais, meus maiores incentivadores.

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho somente foi possível porque contei com o apoio e ajuda de pessoas muito especiais, que muitas vezes abriram mão de seus desejos para eu poder me dedicar aos meus estudos.

- um agradecimento muito especial aos meus pais Carlos Ferreira e Lucinea Ferreira, que apesar de faltar oportunidade de prosseguirem nos estudos, dedicou suas vidas para que eu e meu irmão tivéssemos oportunidade de continuar nos estudos, incentivadores de todas as horas, que sempre estimularam os meus estudos e se tornaram a minha grande referência de vida;

- outro agradecimento especial ao meu namorado Caio Jordão, que compreendeu as minhas ausências, teve paciência e sempre estimulou os meus estudos;

- agradeço aos meus amigos Daniele Blanco e Patrick Antoniolli pelas conversas e trocas de experiências;

- um agradecimento especial aos meus orientadores, que tanto me ajudaram e me ensinaram;

- agradeço também aos meus familiares e amigos que entenderam a minha ausência nas comemorações, nas datas especiais;

- agradeço ainda a cada aluno que participou da pesquisa, razão principal, pois sem eles a mesma não existiria.

“Não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino. Esses quefazeres se encontram um no corpo do outro. Enquanto ensino continuo buscando, procurando. Ensino porque busco, porque indaguei, porque indago e me indago. Pesquiso para constatar, constatando, intervenho, intervindo educo e me educo. Pesquiso para conhecer o que ainda não conheço e comunicar ou anunciar a novidade” (Paulo Freire)

RESUMO

AS CONTRIBUIÇÕES DE TEMAS SOCIOAMBIENTAIS PARA A APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA, SOB OS ENFOQUES CTS, EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Danielle Paiva Ferreira

Orientadores:

Prof. Alvaro Chrispino, D.Ed.

Prof. Dayse Haime Pastore, D.Sc.

Resumo da Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

A presente pesquisa trata da utilização de temas socioambientais no ensino de matemática, aplicada e desenvolvida em uma Escola Municipal, localizada na Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro. Inicia-se com os fundamentos de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e o ensino; o ensino de matemática e a Educação Matemática Crítica; aponta a relação entre CTS e Educação Matemática Crítica; a Educação Ambiental (EA) no mundo e no Brasil, e ao final, as relações entre CTS e EA. A metodologia utilizada foi o Estudo de Caso. Participaram da pesquisa no ano de 2010, 87 alunos do 7° ano e 38 alunos do 8° ano do segundo segmento do ensino fundamental, totalizando 125 alunos e no ano de 2011, 37 alunos do 8° ano do segundo segmento do ensino fundamental. O estudo constitui-se de seis atividades, seguindo os pressupostos do enfoque CTS, da Educação Matemática Crítica e da Educação Ambiental. Nas atividades introduziram-se os conteúdos matemáticos de modo contextualizado, usando temas socioambientais e de forma a contribuir para a formação de cidadãos mais participativos, mais questionadores, mais críticos e mais comprometidos com as questões socioambientais. Foi possível perceber que os temas socioambientais contribuem para um melhor entendimento de Matemática.

Palavras-chave:

CTS; Educação Matemática Crítica; Educação Ambiental.

Rio de Janeiro
Junho/2012

ABSTRACT

THE CONTRIBUTIONS OF SOCIAL AND ENVIRONMENTAL ISSUES FOR THE LEARNING OF MATHEMATICS, AND UNDER THE APPROACHES STS, CRITICAL MATHEMATICS EDUCATION AND ENVIRONMENTAL EDUCATION

Danielle Paiva Ferreira

Advisors:

Prof. Alvaro Chrispino, D.Ed.

Prof. Dayse Haime Pastore, D.Sc.

Abstract of dissertation submitted to Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca CEFET/RJ as partial fulfillment of the requirements for the degree of Master.

This research deals with the use of social and environmental issues in mathematics teaching, applied and developed in a municipal school, located in the western area of the city of Rio de Janeiro. It starts with the fundamentals of Science, Technology and Society (STS) and teaching, the teaching of Mathematics and Critical Mathematics Education, points out the relationship between STS and Critical Mathematics Education, Environmental Education in the world and in Brazil, and at the end, the relation between STS and EA. The methodology used was case study. Participated the survey in 2010, 87 students in 7th grade and 38 students in 8th grade on the second segment of the secondary school, totaling 125 students and in 2011, 37 students in 8th grade on the second segment of the secondary school. The study consisted of six activities, following the assumptions of the STS approach of Critical Mathematics Education and Environmental Education. Activities were introduced in the mathematical content in a contextualized way, using social and environmental issues and to contribute to the formation of more participatory, more questioning, more critical and more committed citizens to social and environmental issues. It could be observed that the social and environmental issues contribute to a better understanding of mathematics.

Keywords:

STS; Critical Mathematics Education; Environmental Education.

Rio de Janeiro
June/2012

Sumário

Introdução **1**

I Pressupostos **6**

I.1 Ciência, Tecnologia e Sociedade 6

I.1.1 Breve histórico de CTS 6

I.1.2 CTS no ensino 11

I.2 Educação Matemática Crítica 15

I.2.1 Ensino de matemática e educação matemática crítica 15

I.2.2 CTS e educação matemática crítica 20

I.3 Educação ambiental 22

I.3.1 Histórico da Educação Ambiental 22

I.3.2 A Educação Ambiental no Brasil 28

I.3.3 PCN e Educação Ambiental 32

I.3.4 CTS e Educação Ambiental 34

II Metodologia **37**

III Pesquisa e Resultados **44**

Conclusões **62**

Referências **65**

Apêndice I **72**

Anexo I **76**

Anexo II **77**

Lista de Tabelas

Tabela II. 1: Escala de avaliação de cada frase do COCTS. 39

Tabela II. 2: Modelo de respostas múltiplas (MRM). 39

Tabela II. 3: Sujeitos envolvidos na pesquisa. 41

Tabela II. 4: Relação dos sujeitos envolvidos na pesquisa. 42

Lista de Gráficos

Gráfico III. 1: Índices de atitudes por categorias. 45

Gráfico III. 2: Índices de atitudes por itens. 47

Introdução

A degradação do planeta é consequência das crises socioeconômicas, sociopolíticas, dos avanços da ciência e da tecnologia, que afetam a sociedade como um todo, e também é resultado das atitudes dos seres humanos em relação ao meio ambiente, poluindo, desmatando, desperdiçando energia, esgotando com as fontes de águas potáveis, ou seja, essas atitudes, crises e avanços são alguns dos motivos que aceleram as transformações ambientais. A humanidade e a natureza estão sofrendo profundas alterações, e pode-se considerar que a degradação ambiental é consequência da crise econômica, política, social e filosófica que afeta toda a humanidade (ANJOS, 2008).

A temática ambiental está na mídia brasileira constantemente, devido principalmente, aos desastres ecológicos que vem ocorrendo no Brasil e no mundo. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (1997), os meios de comunicação como o rádio e a televisão são algumas das fontes de informações sobre o meio ambiente das crianças e das famílias. Portanto, pelos meios de comunicação os alunos tem acesso à informação sobre o meio ambiente, a degradação e a conservação do mesmo e não somente nas disciplinas regulares nas escolas. Nessa pesquisa, utilizaram-se em algumas atividades os meios de comunicação como internet, revistas e jornais.

Desde a Conferência Mundial do Meio Ambiente, realizada em Estocolmo (1972), discute-se a ajuda que a Educação Ambiental pode fornecer para possíveis soluções de problemas ambientais. Na I Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental, realizada em Tbilisi (1977), ficou estipulado que a Educação Ambiental deveria ser incorporada ao ensino. O Meio Ambiente foi contemplado como um dos temas transversais nos Parâmetros Curriculares Nacionais, no Brasil (1996).

O desenvolvimento científico e tecnológico pode trazer benefícios, mas pode produzir também malefícios a curto, médio ou longo prazo para o meio ambiente e para a sociedade. SKOVSMOSE (2008) vincula esse risco ao aprendizado de matemática, quando descreve que:

> *"O desenvolvimento tecnológico pode acarretar a produção de riscos, e riscos indicam a presença de contingências fabricadas pelo homem. Penso que a produção de riscos é fruto de uma aplicação mais ampla da racionalidade matemática." (SKOVSMOSE, 2008, p.83)*

Logo, aprimorar o aprendizado de matemática pode contribuir para a capacidade do homem em diminuir riscos.

Os alunos demonstram muitas dificuldades no aprendizado de Matemática, sendo isso, possivelmente, um dos motivos para o ensino e a aprendizagem de matemática ocupar destaque atualmente. Tem-se vários exames, em nível nacional e internacional, como o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), a Avaliação Nacional da Educação Básica (ANEB) e a Avaliação Nacional do Rendimento Escolar (ANRESC, conhecida como Prova Brasil), onde os resultados alcançados estão abaixo do esperado.

Devido às dificuldades dos alunos na aprendizagem de conteúdos matemáticos e por acreditar ser importante e necessário o estudo sobre os problemas socioambientais e suas consequências para a sociedade. Decidiu-se nessa pesquisa implantar a temática socioambiental nas aulas de matemática, tendo em vista a conscientização dos educandos sobre essa problemática, a formação de cidadãos mais críticos, mais participativos, mais questionadores e para servir de motivação aos alunos. Segundo SKOVSMOSE (2001), é essencial a formação de alunos com capacidade de argumentação por meio de pensamento reflexivo e crítico, sendo responsável com o ambiente em que participa.

Segundo SANTOS et al. (2004 apud FERREIRA, LEMOS E CHRISPINO, 2011), pesquisas feitas na área de Educação matemática indicam que os conteúdos matemáticos ensinados na escola, assim como o modo (metodologia) de ensinar matemática está aquém das necessidades dos educandos para a formação da cidadania enquanto seres sociais.

A partir dessas reflexões, resolveu-se utilizar os conteúdos matemáticos de maneira mais contextualizada, utilizando a temática socioambiental como viés para a prática interdisciplinar.

De acordo com THIESEN (2008 apud FERREIRA, LEMOS E CHRISPINO, 2011), o enfoque interdisciplinar faz a aproximação do aluno com a sua realidade mais ampla, ajuda-os na compreensão das complexas redes conceituais, podendo produzir uma aprendizagem mais significativa, permitindo uma formação mais consistente e responsável.

Nessa pesquisa acredita-se que o enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade (CTS), a Educação Matemática Crítica e a Educação Ambiental (EA), inter-relacionados, propiciam aos educandos uma aprendizagem mais motivadora e mais significativa. Por esses motivos, recorreu-se aos objetivos dos mesmos, com a intenção de melhorar a compreensão dos alunos sobre os temas socioambientais provenientes do avanço da ciência e da tecnologia, e dos conteúdos matemáticos, tornando-os facilitadores do ensino e da aprendizagem de Matemática.

Logo, justifica-se um estudo desta natureza, em razão das dificuldades no ensino e na aprendizagem de conteúdos matemáticos, assim como a falta de motivação dos alunos em estudar matemática, pela importância e a necessidade da conscientização sobre os problemas socioambientais e suas consequências para a sociedade.

O questionamento

Como temas socioambientais podem contribuir para a aprendizagem de Matemática?

Objetivo Geral

Verificar como temas socioambientais podem contribuir para a aprendizagem de Matemática, sob os enfoques CTS, Educação Matemática Crítica e Educação Ambiental.

Objetivos Específicos

- Introduzir alguns conteúdos matemáticos, utilizando o enfoque CTS, a Educação Matemática Crítica e a Educação Ambiental, de forma a contribuir para a formação de cidadãos mais participativos, mais críticos e mais questionadores;
- Introduzir os conteúdos matemáticos de modo contextualizado, usando temas socioambientais, de modo a contribuir para a formação de cidadãos mais críticos e comprometidos com as questões socioambientais;
- Desenvolver modelos matemáticos, utilizando a problemática socioambiental, visando contribuir para uma formação reflexiva e crítica dos saberes científicos e tecnológicos interligados ao contexto social.

Local de trabalho e sujeitos

O presente trabalho foi desenvolvido em uma Escola Municipal, localizada na Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro. Os sujeitos envolvidos na pesquisa foram, em 2010, alunos do Segundo Segmento do Ensino Fundamental, sendo 87 alunos do 7° ano e 38 alunos do 8° ano e em 2011, 37 alunos do 8° ano.

Metodologia

A pesquisa se classifica como um estudo de caso, teórico-empírica, compreendida na metodologia descritiva, com abordagem qualitativa amparadas em observações, anotações e

dados coletados ao longo do trabalho com os sujeitos envolvidos. Além disso, nessa pesquisa foram utilizados os fundamentos do Projeto Ibero-Americano de Avaliação de Atitudes Relacionadas com Ciência, Tecnologia e Sociedade (PIEARCTS).

Estrutura da dissertação

No primeiro capítulo, foram abordados e fundamentados a Ciência, Tecnologia e Sociedade; a Educação Matemática Crítica e a Educação Ambiental.

Foi apresentado um breve histórico de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), suscitando as características da abordagem europeia e americana e sua importância para o contexto educacional; a visão de alguns autores sobre o que é Ciência, o que é Tecnologia e o que é Sociedade; e a importância de CTS no ensino.

Foram apresentados a visão da Matemática ensinada na escola de alguns autores; a ideologia da certeza, o poder formatador da Matemática, como os números, os cálculos podem influenciar na sociedade como um todo; a importância da alfabetização matemática; como a competência crítica e a competência democrática pode ajudar a sociedade; e como a educação matemática crítica pode contribuir para a formação dos cidadãos.

Foram apresentados um breve histórico de Educação Ambiental (EA) no mundo e no Brasil, suscitando sua importância para o contexto educacional; e a relação dos Parâmetros Curriculares Nacionais e da EA.

Além disso, foram analisadas as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade e Educação Matemática Crítica; e entre Ciência, Tecnologia e Sociedade e Educação Ambiental.

No segundo capítulo, foi apresentada a metodologia utilizada para o alcance dos objetivos propostos. Trata-se de um estudo de caso, com abordagem qualitativa. Além disso, nessa pesquisa foram utilizados os fundamentos do Projeto Ibero-Americano de Avaliação de Atitudes Relacionadas com Ciência, Tecnologia e Sociedade (PIEARCTS).

No terceiro capítulo, foram apresentadas as seis atividades envolvidas na pesquisa, aplicadas nos anos de 2010 e 2011, e foram discutidos os resultados e feitas as considerações.

A primeira atividade buscou levantar as percepções e crenças dos alunos sobre a transferência das indústrias pesadas para países não desenvolvidos. Para saber tais percepções e crenças, foi utilizada uma questão 40161 do PIEARCTS (anexo I).

A segunda atividade (apêndice I) buscou identificar como os alunos percebem o progresso e como este pode trazer benefícios e malefícios para a sociedade. Para tal atividade, utilizaram-se o tema global, poluição, e os conteúdos matemáticos de forma interdisciplinar.

A terceira atividade (anexo II) teve o intuito de oferecer aos alunos a possibilidade de identificar temas ambientais de seu interesse e, posteriormente, aprofundar reflexões e críticas utilizando-se de conteúdos matemáticos.

A quarta atividade teve como objetivo a conscientização dos alunos quanto à economia e ao não desperdício de energia. Foram feitos modelos matemáticos com contas de luz (reais) com o intuito de saber quanto poderiam economizar se utilizassem menos energia e quanto gastariam a mais se utilizassem mais energia.

A quinta atividade teve o propósito de conscientização dos alunos sobre os benefícios e os malefícios que a construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte pode acarretar para a sociedade brasileira.

A última atividade foi realizada na culminância do ano letivo da Unidade Escolar, onde os alunos escreveram de forma crítica sobre as consequências do avanço da ciência e da tecnologia em relação à sociedade e ao meio ambiente e apresentaram uma peça teatral para toda a escola.

Nas conclusões, foram apresentadas algumas considerações registradas ao longo da pesquisa.

I Pressupostos

I.1 Ciência, Tecnologia e Sociedade

I.1.1 Breve histórico de CTS

Na década de 1950, segundo HOBSBAWM (2009), os Estados Unidos da América viviam os “Anos dourados”, a economia estava no seu auge. O padrão de consumo era elevado, sendo um dos motivos para o aumento do índice de poluição e de áreas desmatadas nesse país. No entanto, a sociedade não se preocupava com as questões ambientais, ela estava mais interessada no crescimento e desenvolvimento econômico.

No final dessa década, a sociedade começou a se preocupar com as questões socioambientais e com os efeitos da ciência e da tecnologia na sociedade, pois até então as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade eram vistas como extremamente otimistas, ou seja, quanto mais ciência, mais tecnologia, mais riqueza, mais bem estar (LÓPEZ-CEREZO, 1997,1998; BAZZO, LISINGEN e PEREIRA, 2003).

No início da década de 1960, Rachel Carson lançou o livro *Silente Spring* (Primavera Silenciosa), no qual relata as consequências ao meio ambiente pelo uso indiscriminado de inseticidas químicos como o DDT (Dicloro-Difenil-Tricloroetano). Segundo DIAS (2004), esse livro causou uma grande inquietação na sociedade, pois as pessoas começaram a ter consciência dos malefícios causados pelo uso do DDT nas produções agrícolas. Portanto, a sociedade percebeu que o chamado progresso em Ciência e Tecnologia não traz somente benefícios.

Para AULER e BAZZO (2001), uns dos motivos para a ciência e a tecnologia se tornarem alvo de olhar mais crítico, foi a degradação ambiental, bem como a vinculação do desenvolvimento tecnocientífico à guerra (guerra do Vietnan, bombas atômicas). Eles afirmam que, o livro da Rachel Carson potencializou as discussões sobre as interações da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Nesse contexto surge o movimento CTS, onde se questiona a visão simplista da ciência e da tecnologia, visto que até então pouco se sabia dos malefícios causados por essas áreas (CUTCLIFFE, 2003). Segundo MITCHAM (1990), os primeiros programas de CTS foram gerados por profissionais das ciências sociais e de engenheiros preocupados com as questões sociais.

De acordo com LAYTON (1994 apud SANTOS e MORTIMER, 2002), o surgimento do enfoque CTS veio para ajudar o processo da educação tecnocientífica, iniciado na Europa, Estados Unidos da América, Canadá e Austrália. Entretanto, no Brasil começa os estudos introdutórios somente na década de 1970, tendo "uma visão de ciência como produto do contexto econômico, político e social." (VAZ, FAGUNDES e PINHEIRO, 2009, p. 111)

LINSINGEN (2007), afirma que a abordagem CTS norte americana, mais pragmática, está preocupada com as consequências sociais e ambientais da ciência e tecnologia na sociedade. Na visão de AULER (2002), essa abordagem possuía um caráter mais ativista. Segundo CACHAPUZ et al. (2008), a abordagem CTS

> *"(...) norte-americana, que coloca maior ênfase na abordagem das consequências sociais das inovações tecnológicas e nas influências sobre a forma de vida dos cidadãos e das instituições e a européia que coloca a ênfase na dimensão social antecedente aos desenvolvimentos científicos e tecnológicos, evidenciando a diversidade de fatores econômicos, políticos e culturais que participam na gênese e aceitação das teorias científicas. Contudo, para além destas facetas apontadas não poderem ser disjuntas, o que muitos autores tem vindo a sobrepor é a importância social do conhecimento proporcionado pela ciência e tecnologia que, ao mesmo tempo que proporciona melhor compreensão do mundo natural, representa um instrumento essencial para o transformar." (CACHAPUZ et al., 2008, p.29)*

Segundo GARCIA et al. (1996), a tradição europeia ou tradição acadêmica originou-se por volta do final da década de 1970, centrada na pesquisa acadêmica, tendo como base as ciências sociais. Ela dá ênfase à dimensão social precedente ao desenvolvimento científico e tecnológico. Busca um contexto mais amplo, onde os fatores sociais, políticos, econômicos, culturais influenciam no contexto científico-tecnológico. Sobre isso escreveu BAZZO e PEREIRA (2009, p. 2),

> *"(...) a tradição europeia partiu inicialmente para a institucionalização acadêmica na Europa, atribuindo ênfase aos fatores sociais antecedentes – atenção primordial à ciência e, secundariamente, à tecnologia. O seu marco explicativo centrou-se nas ciências sociais – sociologia, psicologia e antropologia."*

Segundo PINHEIRO (2005), até a década de 1980, a tecnologia era vista como aplicação da ciência, de forma neutra. É a partir desse decênio que a tecnologia passou a ser vista como um processo social.

A abordagem CTS possibilita romper com a imagem neutra da ciência, contribuindo para melhorar o nível de criticidade, e para propor possíveis soluções de problemas sociais,

econômicos, ambientais, permitindo maior contribuição social das interações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Ciência

A sociedade está envolvida e impactada pelo resultado da Ciência, mas de acordo com CHRISPINO (2009), a sociedade sabe pouco sobre ciência, sendo esta considerada como estratégica para o desenvolvimento dos países.

Esse conhecimento insipiente tem sido percebido de diferentes maneiras por inúmeros autores. Portanto, é necessário apresentar a visão sobre Ciência de alguns deles. Para, ao final, identificar aquele conceito que mais se aproximada da abordagem CTS aqui introduzida.

De acordo com CHALMERS (1993), existe uma única categoria de "ciência" e varias áreas de conhecimento se encaixam ou não nessa categoria e não se pode dar uma caracterização tão geral.

Para MORIN (1996), a ciência não se realiza por acumulação de conhecimentos, mas, "*por transformação dos princípios que organizam o conhecimento (p. 137)".*

Segundo LATOUR e WOOLGAR (1997), a ciência não é neutra, ela é construída socialmente, não é justificada apenas por critérios racionais.

Para KRASILCHICK e MARADINO (2004), o termo ciência é vinculado na mídia, muitas vezes, como a natureza, as plantas, o corpo humano, a astronomia, os animais. Para elas é uma visão ingênua de ciência, pois está muito além da parte biológica, física e química, envolvendo também o contexto social.

Por sua vez, REIS (2004) declara que, *"é o conjunto de conhecimentos organizado sobre os mecanismos de causalidade dos fatos observáveis, obtidos através do estudo objetivo dos fenômenos empíricos".*

De acordo com TEIXEIRA (1983), a ciência está normalmente associada à publicação de artigos, teses, livros, tratados.

> *"(...) 'ciência' é utilizada no código restrito e no código elaborado. O código restrito é aquele utilizado na maior parte dos cursos de ciências. Supõe-se saber do que se fala, e não se exige reflexão ulterior. Porém, caso se procure fazer uma idéia do que seja 'em definitivo' a ciência, isto é, dar uma*

> *interpretação que faça 'sentido' para nós, a tarefa se faz mais complexa. Todas estas interpretações não são equivalentes. Nesse nível interpretatório, a noção que se tem da ciência será ligada, graças a uma linguagem elaborada, a outros conceitos, tais como a felicidade dos humanos, o progresso, a verdade etc. Essa linguagem elaborada — essa filosofia da ciência — permitirá uma interpretação daquilo que a linguagem restrita diz a respeito da ciência. Além disso, a palavra 'ciência' pode por vezes 'aprisionar', por exemplo, quando alguns passam a impressão de que, uma vez que se falou de cientificidade, não há nada mais a fazer senão se submeter a ela, sem dizer ou pensar mais nada a respeito. Um filósofo 'crítico' ou 'emancipatório' da ciência procurará portanto compreender como e por que as ideologias da cientificidade podem mascarar interesses de sociedade diversos"* (FOUREZ, 1995, p. 21).

Segundo VOGT e POLINO (2003 apud CHRISPINO, 2009), a sociedade associa a ciência como avanço tecnológico, como descobertas, como melhoria da qualidade de vida, como fator racional, onde os benefícios superam os malefícios. Mas, a sociedade, apesar de se achar pouco informada no que diz respeito a ciência e tecnologia, dizem os autores que ela gostaria de participar e opinar mais em questões relacionadas a ciência e a tecnologia.

Nesta pesquisa entende-se ciência como não neutra, que não tem o poder de salvar ou destruir o planeta. É considerada como uma construção social.

Tecnologia

CHRISPINO (2009) afirma que a tentativa de definir o que é Tecnologia se reduz: (1) aos que acreditam que tecnologia é igual à técnica e (2) aos que acreditam que tecnologia é a aplicação da ciência. Mas, para ele, as duas visões de tecnologia são ingênuas, pois a tecnologia não está dissociada da ciência. Esse tema tem sido percebido de diferentes maneiras por grandes números de autores. Portanto, é necessário apresentar a visão sobre Tecnologia de alguns deles. Para, ao final, identificar-se aquele conceito que mais se aproximada da abordagem CTS aqui introduzida.

Segundo KNELLER (1980 apud CHRISPINO, 2009), a palavra tecnologia é originada do grego *techne*, que significa arte ou habilidade. Ele afirma que,

> *"onde a Ciência persegue a verdade, a tecnologia prega a eficiência. Enquanto a Ciência procura formular as leis a que a natureza obedece, a tecnologia utiliza essas formulações para criar implementos e aparelhos que façam a natureza obedecer ao homem (KNELLER, 1980, p.245).*

Para KRASILCHICK e MARADINO (2004), a palavra "tecnologia" é pouco conhecida, e na mídia é apresentada como artefatos e instrumentos e também ao avanço, ao futuro e ao progresso.

Para GAMA (1986), tecnologia é o estudo e conhecimento científico das execuções da técnica. A mesma é a aplicação dos métodos, das ciências físicas e naturais.

Segundo WOODWARD (1977) e COELHO (1978 apud MANÃS, 2001), afirmam que tecnologia é o processo de produção de bens, ligado aos equipamentos usados nesta produção, ou seja, definem tecnologia de forma restrita.

De acordo com SANTOS e MORTIMER (2002), geralmente a tecnologia é reduzida somente ao seu aspecto técnico. A visão que a tecnologia é a consequência da ciência, ou seja, é a ciência aplicada é uma visão ingênua tanto da ciência quanto da tecnologia.

LINSINGEN (2004) afirma que é "*uma atividade social complexa para a qual concorrem atividades e interesses ao mais diversificados, de modo que os artefatos, como um dos produtos dessa atividade, possuem qualidades não apenas técnicas".*

De acordo com BAZZO (2003 apud CHRISPINO, 2009, p. 63), *"a tecnologia seria utilizada, então, para referir-se àqueles sistemas desenvolvidos levando em conta esse conhecimento científico".* Para ele, ciência e tecnologia são

> *"(...) processos sociais carregados de valores. Nem a ciência e muito menos a tecnologia são empreendimentos autônomos com vida própria, nem tampouco são instrumentos neutros que possam ser facilmente modificados e utilizados para as necessidades ou interesses de plantão." (BAZZO, 1998 apud BAZZO, 2008, p. 186)*

Portanto, não há um consenso sobre Tecnologia, assim como não há para a Ciência também, o que se pode afirmar é que as duas estão interligadas, tem inter-relações, que ambos os campos de conhecimento se ajudam.

Nesta pesquisa entende-se tecnologia como não neutra, como processo social carregada de valores e interesses de seus atores. Portanto, é considerada como uma construção social, e não apenas sinônimos de artefatos e técnicas, visando o bem da sociedade.

Sociedade

Dado a extensão do tema sociedade, que pode ser interpretada por inúmeros ângulos como área de conhecimento, tempo, ideologias, etc. Consideraram-se os conceitos restritos a visão de sociedade relacionados com o universo de Ciência e Tecnologia.

A sociedade é vista por SIMON (1999) como uma forma estruturada em todos os níveis da vida social, com base na reunião de pessoas, sujeitos às mesmas normas e leis, que vivem sob determinado sistema econômico de produção, distribuição e consumo.

Segundo BAZZO et al. (2003), a sociedade é mais um entre diferentes tipos de processos. Os mesmos podem ser processos psíquicos e processos sociais.

O desenvolvimento tecnocientífico tem provocado profundas mudanças nos modos de vida da sociedade contemporânea. A cada dia, depara-se com novos aparatos tecnológicos, um aparato que hoje é novidade, em um futuro bem próximo já ficou ultrapassado. Esta revolução tecnológica constitui um elemento essencial para a compreensão da nossa modernidade.

> *"Para uma eficaz associação dos termos Ciência/Tecnologia/Sociedade numa relação triádica, requer-se trabalhar a ciência como atividade humana, historicamente contextualizada, indicando os cenários socioeconômico e cultural onde as descobertas científicas foram ou estão sendo realizadas, bem como, a apresentação das suas inter-relações com a tecnologia e a sociedade" (AMARAL et al., 2006, p. 102).*

Nesta pesquisa entende-se sociedade como formação de um grupo de indivíduos que vivem em um determinado sistema que produz ciência e tecnologia e é impactado por estas mesmas ciência e tecnologia.

I.1.2 CTS no ensino

O movimento social CTS teve seu início por volta da segunda metade do século XX, quando foram observadas as primeiras críticas nas relações entre desenvolvimento científico, tecnológico e a qualidade de vida (AULER e BAZZO, 2001; SANTOS e MORTIMER, 2001; PINHEIRO, 2005). Esse movimento não se originou no contexto educacional, entretanto o reflexo das preocupações sociais junto às questões educacionais deu origem ao enfoque CTS voltado para o ensino.

Segundo WAKS (1990 apud SANTOS e MORTIMER, 2002, p.4), o surgimento de propostas de ensino CTS se deu do *"medo, da frustração decorrentes dos excessos tecnológicos"*, da participação mais efetiva dos cidadãos nas decisões públicas, dos problemas ambientais.

A Ciência e a Tecnologia passaram a ser objeto de debate, devidos aos sucessivos desastres ocorridos, principalmente os que envolviam as tecnologias bélicas. Pode-se citar a

bomba atômica (LUJAN e LÓPEZ-CEREZO, 2003), contrapondo-se a ideia de linearidade que quanto mais ciência, mais tecnologia, mais riqueza, mais bem estar (LÓPEZ-CEREZO, 1997, 1998; BAZZO et al., 2003), onde as mesmas iriam resolver os problemas ambientais, econômicos e sociais. Com isso, Ciência e Tecnologia tornaram-se objeto de um olhar mais crítico (AULER e BAZZO, 2001). Nesse contexto, apresentado aqui em fragmento, surge o movimento CTS.

Esses aspectos contribuíram para uma mudança de pensamento das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Percebeu-se que a neutralidade científica, como é entendida, não existe, a ciência não é capaz de resolver as grandes questões éticas e sociopolíticas da humanidade (FOUREZ, 1995; JAPIASSU, 1999 apud SANTOS e MORTIMER, 2002).

Segundo SANTOS e MORTIMER (2002), com a inclusão das questões relativas aos aspectos econômicos e políticos da ciência nos estudos na área de epistemologia da ciência, contribuíram para o aparecimento dessa ênfase.

KRASILCHICK e MARADINO (2004, p. 6) afirmam que,

> *"A relação do desenvolvimento científico com o desenvolvimento econômico e tecnológico, e suas amplas e significativas consequências, desembocou no importante movimento pedagógico denominado "ciência, tecnologia e sociedade". Essa tendência leva em conta a importância atual da ciência na tecnologia, desta na indústria, na saúde e, de modo geral, na qualidade de vida, envolvendo uma visão interdisciplinar que desconsidera rígidas fronteiras dividindo campos de conhecimento.".*

Com a industrialização, veio o desenvolvimento, o aumento de empregos nas grandes metrópoles, resultando o êxodo rural. Por tais fatos, viu-se a necessidade de mão de obra especializada em varias áreas de conhecimentos, principalmente na área da tecnociência[1] para lidar com as novas tecnologias. Surgiu assim, como decorrência da necessidade quanto à educação científica e tecnológica, a implantação no currículo do enfoque CTS na Europa, nos EUA, no Canadá e na Austrália (LAYTON, 1994 apud SANTOS e MORTIMER, 2002).

[1] *Tecnociência* – "A importância outorgada a instrumentos e técnicas dentro de algumas tendências da tradição europeia promoveu [...] o tratamento conjunto da ciência e da tecnologia. Um exemplo é a [...] 'rede de atores' de Latour e Callon, segundo a qual a ciência não consiste em pura teoria nem a tecnologia em pura aplicação, senão que ambas, fundidas no termo 'tecnociência' (como algo vivo e distinto de nossa percepção oficial delas: a 'ciência e a tecnologia') consistem de redes de cujos nós também fazem parte todo tipo de instrumentos relevantes. Os produtos da atividade científica, as teorias, não podem, portanto, continuar sendo separados dos instrumentos que participam de sua elaboração." (GARCÍA; CEREZO; LÓPEZ, 1996 apud BAZZO, 1998, p. 173).

Nesses países, no campo educacional, tem-se buscado a participação dos estudantes em discussões de temas que envolvem ciência e tecnologia, desde a década de 1960. Eles viram a necessidade de inclusão do enfoque CTS nos currículos de ciências, devido à mudança de pensamento das inter-relações da Ciência, Tecnologia e Sociedade. Propondo que houvesse, primeiramente, formação dos professores com a perspectiva interdisciplinar presente no movimento CTS, produção de material didático-pedagógico, para a formação de cidadãos mais críticos, mais participativos, mais questionadores, autônomos, com capacidade de opinarem e darem possíveis soluções para problemas tecnocientífico (AULER, 1998).

Para AULER e DELIZOICOV (2006), a aprendizagem se dá a partir de “situações – Problemas”, de preferência relativas a contextos reais. Segundo SANTOS e SCHNETZLER (1997), é uma necessidade do mundo contemporâneo alfabetizar os cidadãos em ciência e tecnologia. Corroborando com essa afirmação, MEMBIELA (2001 apud CHRISPNO, 2009), afirma que o propósito da educação CTS é promover a alfabetização tecnocientífica, de forma a capacitar cidadãos para a participação do processo democrático de tomada de decisão e se promova a cidadania voltada para a solução de problemas relativos com a Ciência e com a Tecnologia.

O enfoque CTS proporciona ao aluno uma visão de não neutralidade da ciência, aproxima-o da realidade, capacita-o para participar de forma mais crítica nas possíveis resoluções de problemas ligados a Ciência e Tecnologia e seus reflexos para a sociedade (VASCONCELOS e SANTOS, 2008). As principais propostas de ensino do enfoque CTS podem ser resumidas em (WALKS, 1990; MEDINA e SANMARTIM, 1990; GARCÍA et al., 1996; BAZZO, LINSINGEN e PEREIRA, 2003; PINHEIRO, MATOS e BAZZO, 2007; CARLETTO e PINHEIRO, 2010):

a) enxertos CTS – introduz-se nos currículos temas CTS, principalmente relacionados aos temas que ajudam o aluno a ser mais consciente, a estrutura disciplinar se mantém.

b) Ciência e tecnologia através de CTS – ensina-se mediante a estruturação dos conteúdos das disciplinas, a partir de CTS ou com orientação CTS. Essa proposta educacional permite estruturar atividades por disciplinas isoladas como por linhas de projetos pedagógicos interdisciplinares.

c) CTS puro – *"reestruturar o ensino dos conteúdos das matérias científicas sob uma sequencia e estrutura organizada para/sobre a exposição e discussão de problemas sociais"* (CHRISPINO, 2009, p. 179).

Segundo PINHEIRO, SILVEIRA E BAZZO (2007),

> *"Nas três categorias, o professor é o grande articulador para garantir a mobilização dos saberes, o desenvolvimento do processo e a realização de projetos, nos quais os alunos estabelecem conexões entre o conhecimento adquirido e o pretendido com a finalidade de resolver situações-problema, em consonância com suas condições intelectuais, emocionais e contextuais." (PINHEIRO, SILVEIRA E BAZZO, 2007, p. 77)*

Os objetivos da educação com enfoque CTS são: formar cidadãos mais alfabetizados cientificamente e tecnologicamente; mais questionadores; mais participativos; mais críticos; mais conscientes; mais capazes de dar alternativas sobre temas socioambientais e tecnocientíficos; mais capazes de fazer melhor leitura do mundo que os cerca; mais autônomos; que adquiram mais conhecimentos.

Na América Latina, no campo educacional, há poucas ações institucionalizadas (AULER e DELIZOICOV, 2006).

A educação é subjetiva, ela não é neutra. Depende dos interesses da política, das indústrias, da economia, de quais tecnologias estão sendo empregadas, de qual setor econômico da sociedade está crescendo mais.

Na década de 1970, o Brasil estava com a economia em crescimento ("Milagre Econômico"). Para viabilizar o crescimento econômico, criaram escolas técnicas. Por outro lado, houve um esvaziamento ideológico da educação, pois reduziram a carga horária de geografia, historia, filosofia e sociologia. Nessa época os currículos de ciências começaram a incluir uma visão de ciência como resultado do contexto político, social e econômico (KRASILCHIK, 1987).

> *"A educação (...) aumenta a produtividade e produz o conhecimento técnico exigido pelo acelerado crescimento econômico. Afora isto, a educação é um meio de mobilidade social, uma vez que mais altos níveis de escolaridade conduzem a mais altos níveis de renda. Os trabalhadores são detentores de capital, no sentido de que eles tem habilidades e conhecimentos que são formas produtivas de investimento em si mesmo. Os países subdesenvolvidos deveriam considerar seriamente as suas deficiências de capital humano como obstáculos ao uso de tecnologia moderna e à industrialização (GOMES, 1989, p. 28).*

No decênio de 1980, o ensino de ciências "*passou a se orientar pelo objetivo de analisar as implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico"* (SANTOS e MORTIMER, 2002).

Na década de 1990, a nova Lei de Diretrizes e Base da Educação Nacional (LDB 9394/96) não faz referência, explicitamente, a Ciência e a Tecnologia no ensino fundamental. Entretanto, foram criados os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), nos quais a Ciência e a Tecnologia estão inter-relacionadas.

> *"As diferentes propostas reconhecem hoje que os mais variados valores humanos não são alheios ao aprendizado científico e que a Ciência deve ser apreendida em suas relações com a Tecnologia e com as demais questões sociais e ambientais." (Parâmetros Curriculares Nacionais, 1998, p. 21)*

Os PCN propõem o desenvolvimento de um processo de ensino e aprendizagem reflexivo e contextualizado, que promova a participação ativa do educando, objetivando formar cidadãos mais críticos, mais participativos, com capacidade de fornecer alternativas para soluções de problemas que envolvem o seu meio. Assim como o enfoque CTS no ensino.

I.2 Educação Matemática Crítica

I.2.1 Ensino de matemática e educação matemática crítica

De acordo com CARVALHO (1989), a Matemática ensinada nas escolas é um saber acabado, incontestável e pronto, onde o aluno não pode construir o conhecimento, ou seja, o aluno é um ser passivo. Corroborando com essa ideia, MOYSÉS (1997) afirma que, como se na escola o mais importante fosse decorar fórmulas e regras simbólicas e D'AMBROSIO (1996, p. 31) destaca que, "*do ponto de vista de motivação contextualizada, a matemática que se ensina hoje nas escolas é morta.*".

As atividades matemáticas muitas vezes são realizadas de modo mecânico, os alunos utilizam as regras, as fórmulas, os teoremas, os axiomas para resolver os problemas propostos. Assim, as atividades estão feitas e acabadas. No entanto, não há criticidade, questionamentos, participação no processo de construção do conhecimento, interação entre professor e aluno.

Segundo BORBA e SKOVSMOSE (2001), em muitas escolas predominam o ensino de matemática "dura", esta não pode ser questionada, contestada, criticada e os alunos devem aceitar como sendo verdade absoluta e incontestável. É o que eles atribuem o nome de Ideologia da Certeza. "*A ideologia da certeza como uma estrutura de interpretação geral e*

fundamental para um número crescente de questões que transformam a matemática em uma linguagem de poder." (BORBA e SKOVSMOSE, 2001, p. 129). Eles afirmam que o mundo está em constante transformação, mas a matemática predispõe a funcionar como um instrumento estável, incontestável e infalível, essa visão de matemática reforça a ideologia da certeza.

Para muitas pessoas, a matemática fala por si só, as equações, os cálculos, os números expressam a verdade, se foi comprovado matematicamente, está correto. Portanto, a matemática *"está acima dos seres humanos, como um artifício não humano que pudesse controlar a imperfeição humana."* (BORBA e SKOVSMOSE, 2001, p. 129).

A ideologia da certeza está presente na sociedade e também no campo educacional, principalmente quando se julga que a matemática tem uma única solução. Quando aceita-se a resposta final de determinada questão sem considerar a resolução. Para BORBA e SKOVSMOSE (2001), ocorre uma formatação entre professor e alunos, pois estes dificilmente tem a oportunidade de questionar as suas respostas. Portanto, o professor fica como o referencial de detentor do saber e do conhecimento matemático, e são passados para os alunos como algo imutável, incontestável, inquestionável e como verdade absoluta.

Reafirmando a ideologia da certeza matemática na sociedade, BORBA e SKOVSMOSE (2001) declaram que, muitas pessoas acreditam que a matemática pode ser aplicada a todos os tipos de problemas reais e que seus resultados são necessariamente melhores que aqueles obtidos sem a matemática, ou seja,

> *"A matemática é perfeita, pura e geral, no sentido de que a verdade de uma declaração matemática não se fia em nenhuma investigação empírica. A verdade matemática não pode ser influenciada por nenhum interesse social, político ou ideológico." (BORBA e SKOVSMOSE, 2001, p. 130).*

Logo, a maioria das pessoas tem uma visão de neutralidade da Matemática, onde esta não pode ser contestada e/ou questionada, elas acreditam que os cálculos, os números mostram somente a verdade, não percebendo o que pode estar oculto nesses números, por exemplo, os interesses políticos, de empresas, da economia. Corroborando com essa ideia,

> *"(...) a força dos números, grandes ou pequenos, deixa os analfabetos em matemática à mercê de manipuladores, pois a maioria das pessoas não sabe interpretar os dados matemáticos, mas apenas os absorve sem se importar com a conclusão final, que muitas vezes é subjetiva aos dados apresentados." (PINHEIRO, 2007, p. 82)*

Segundo PAULOS (1995 apud PINHEIRO, 2007), o "analfabetismo matemático" tem a característica de que muitas pessoas não se sentem confortáveis em frente às noções fundamentais dos números, da probabilidade. Assim, se deixando manipular muitas vezes pela

quantidade (número), sem ter a criticidade em relação de como chegou àquela determinada quantidade (número), ou seja, em quais condições o cálculo foi feito.

Segundo D'AMBROSIO (2001), a alfabetização e a contagem, ainda que essenciais e necessárias, são insuficientes para o pleno exercício da cidadania. De acordo com SKOVSMOSE (1994), a alfabetização matemática faz com que o aluno tenha uma leitura do mundo (matematicamente), tornando-os críticos e reflexivos, questionando e reagindo para dar possíveis soluções para problemas que envolvam a matemática. Assim, emancipando-os socialmente e culturalmente.

Segundo SKOVSMOSE (1994), não se deve afirmar que tudo observado pode ser expresso por meio da linguagem, mas a Matemática pode ser interpretada como uma linguagem? Ele afirma que a mesma pode desempenhar um papel de controladora da realidade, que a Matemática formata a realidade.

> *"A Matemática pode nos fazer enxergar a realidade de uma maneira distorcida? Se sim, distorcida em relação a que? (...) poderia ser interpretada como linguagem, por meio da qual nós não somente observaríamos certas estruturas da realidade e ignoraríamos outras, mas também organizaríamos a realidade?" (SKOVSMOSE, 1994, p. 4)*

Os modelos matemáticos usados para criar uma "situação real" são chamados por SKOVSMOSE e BORBA (2001) de poder formatador da Matemática, ou seja, os conceitos matemáticos são utilizados para projetar uma possível realidade. SKOVSMOSE (2004) dá o exemplo de um modelo matemático referente à venda de passagens de avião, com o propósito de maximizar o lucro de determinada companhia aérea,

> *"(...) pode ser incorporado a um modelo matemático que contém parâmetros como o custo de manutenção de um voo, a tarifa paga por cada passageiro, a capacidade da Cia. aérea, a quantidade de passageiros alocados para o voo, o custo de recusar um passageiro que fez reserva, a probabilidade de um passageiro não aparecer, o saldo positivo gerado pelo voo, etc. Com referências a esse modelo, torna-se possível planejar o overbooking de tal maneira a maximar o lucro da empresa." (SKOVSMOSE, 2004, p. 9-10)*

Nesse caso o modelo matemático serve como orientação para possíveis decisões reais. Assim, a Matemática formata a realidade e permite que novas realidades sejam criadas pelos modelos matemáticos, podendo ser um dos caminhos para o avanço da ciência e da tecnologia.

A palavra crítica pode ser entendida por vários ângulos, no entanto nessa pesquisa, adotou-se a concepção de SKOVSMOSE (2008), que afirma, uma pessoa é crítica quando analisa e busca alternativas para possíveis soluções dos conflitos ou das crises.

Para ele, *"crise é uma metáfora para uma situação à qual se reage por meio da crítica"* (SKOVSMOSE, 1994, p. 16), e afirma que, as crises são caracterizadas por situações de conflitos sociais que fazem parte da sociedade. Como exemplos de alguns eventos que podem contribuir para as crises das sociedades, tem-se: as catástrofes ambientais, as grandes diferenças econômicas e sociais, as divergências religiosas, as divergências políticas, a distribuição desigual de renda, de bens, de alimentos, a desigualdade de recursos científicos e tecnológicos e etc.

A reação a uma crise possibilita a existência da crítica, para SKOVSMOSE (1994, p. 17), *"(...) ser crítico significa estar dirigido para uma situação crítica e procurar por alternativas, talvez reveladas pela própria situação. Isto significa tentar identificar possíveis alternativas".*

Segundo PINHEIRO (2005), a educação matemática crítica tem o intuito de desenvolver nos alunos a competência crítica, "*no sentido de incentivar o cidadão, para que tome consciência de sua capacidade de participar da democratização da sociedade."* (p. 62). Para que se possa desenvolver tal competência crítica nos alunos, SKOVSMOSE (2001), afirma que o aluno deve saber como e onde buscar alternativas para possíveis soluções dos conflitos ou das crises.

Nesse sentido, SKOVSMOSE (1994) destaca a importância da alfabetização, voltada para a leitura do mundo, e não somente para a habilidade de ler e escrever e também possua uma dimensão crítica. Segundo GIROUX (1989 apud SKOVSMOSE 1994, p. 192):

> *"A alfabetização não está apenas relacionada com a pobreza ou com a falta de habilidades de grupos desfavorecidos para ler e escrever de forma adequada; também, e de maneira fundamental, se relaciona com formas de ignorância política e ideológica que funcionam como recusa em conhecer os limites e as consequências políticas da visão que alguém tem do mundo. (...) O que é importante reconhecer aqui é a necessidade de reconstruir uma visão radical de alfabetização, centrada na importância de identificar e transformar essas condições sociais e ideológicas que vão em detrimento da possibilidade de criar formas de comunidades e da vida pública organizadas em torno dos imperativos de uma democracia crítica."*

A competência crítica é importante para a vida dos cidadãos, pois ajuda os mesmos a tomarem possíveis decisões, tornando-os mais participativos, mais questionadores, mais autônomos e mais críticos. Para os alunos atingirem essa competência crítica, SKOVSMOSE (2001) afirma que, a educação matemática tem que ir alem da alfabetização matemática, que é importante a formação de três conhecimentos:

> *1- Conhecer matemático, que se refere à competência normalmente entendida como habilidades matemáticas, incluindo-se as competências na reprodução de teoremas e provas, bem como ao domínio de uma variedade de algoritmos;*
>
> *2- Conhecer tecnológico, que se refere às habilidades em aplicar a matemática e às competências na construção de modelos. A importância do conhecer tecnológico tem sido enfatizada pela tendência dirigida para aplicações na educação matemática, que afirma que, até mesmo se os estudantes aprendem matemática, nenhuma garantia existe de que a competência desenvolvida é suficiente quando se trata de situações de aplicação. Mais do que a matemática pura, tem de ser dominado a fim de se poder aplicar matemática. Essa competência extra, chamarei de competência tecnológica. De forma geral, é o entendimento necessário para usar uma ferramenta tecnológica para alcançar alguns objetivos tecnológicos;*
>
> *3-Conhecer reflexivo, que se refere à competência de refletir sobre o uso da matemática e avaliá-lo. Reflexões tem a ver com avaliações das consequências do empreendimento tecnológico. SKOVSMOSE (2001a, p. 115-116 apud PINHEIRO, 2005, p.65).*

Segundo SKOVSMOSE (1994), a democracia se reporta pelo menos a quatro abordagens:

1- Procedimentos formais para eleger um governo e esse exercer o seu poder;

2- Aos pressupostos de distribuição justa dos bens e serviços sociais, tais como bem-estar, educação, hospitais, etc;

3- Igualdade de oportunidades, direitos e obrigações de cada membro da sociedade. Não deve haver diferenças de oportunidades;

4- A possibilidade e a de participação de cidadãos na discussão e avaliação de governo.

> *"Em outras palavras, a democracia se refere às condições formais relacionadas com os algoritmos para a escolha das condições materiais associados com a distribuição, às condições éticas relacionadas com a igualdade e, finalmente, as condições relacionadas com a possibilidade de participação e reação." (SKOVSMOSE, 1994, p. 195)*

Para ele, se não houver cidadãos críticos, a democracia pode não existir. O exercício democrático é fundamental e está relacionado com as reações dos cidadãos frente aos problemas. Esse exercício democrático é relacionado como uma competência, intitulado por ele de Competência Democrática. Essa competência precisa e deve ser desenvolvida, visando uma vida democrática aos cidadãos.

A competência democrática poderá ajudar aos cidadãos a não terem a visão neutra da Matemática, a questionarem os valores dados por alguma pesquisa, a não acreditarem absolutamente nos números, levando-os a participarem mais, a reagirem mais e terem mais criticidade, a buscarem possíveis soluções para as crises e/ou conflitos. Ou seja, a

competência democrática poderá auxiliar os cidadãos a contrariarem as afirmações da ideologia da certeza matemática.

Segundo SKOVSMOSE (1994), a educação matemática deve promover no aluno uma possível participação crítica, discutindo questões sociais, ambientais, econômicas, científicas e tecnológicas, onde a matemática sirva de suporte tecnológico.

De acordo com D'AMBROSIO (1996), a educação é uma estratégia para incentivar o desenvolvimento individual e coletivo, onde a matemática e a educação são completamente interdependentes.

Para FIALHO et al. (2003), a educação matemática crítica tem como objetivo fazer com que os alunos identifiquem, avaliem, interpretem e critiquem a matemática inserida em diversas áreas da sociedade (nos fenômenos sociais, na mídia, nos discursos políticos, etc), ou seja, que os alunos leiam os dados e interpretem de forma crítica. Afirmam que, o ensino de matemática deve contribuir para a formação de cidadãos mais responsáveis, mais críticos, mais participativos e mais atuantes na sociedade democrática. Visto que, *"é essencial reconhecer a dimensão social, ética e política do ensino de matemática e assumir que não existe neutralidade nesse ensino"* (FIALHO et al., 2003, p. 3).

Segundo SKOVSMOSE (2007, p. 15), a educação matemática crítica *"não é uma resposta para tudo. Ao invés disso, ela pode ser vista como uma preocupação e como expressão de uma incerteza, tanto sobre a educação matemática quanto a matemática.".*

I.2.2 CTS e educação matemática crítica

Segundo KRASILCHICK e MARADINO (2004), o movimento pedagógico denominado "ciência, tecnologia e sociedade" surge da relação do desenvolvimento científico com o desenvolvimento econômico e tecnológico, e das consequências dessa relação. SKOVSMOSE (2008) vincula a matemática ao desenvolvimento tecnológico, este pode trazer riscos para a sociedade e é *"como um processo sujeito às contingências, as quais, por sua vez, nem sempre podem ser controladas por decisões humanas." SKOVSMOSE (2008, p. 83)*

Para BORBA E SKOVSMOSE (2001), o poder formatador da matemática influencia as decisões econômicas, políticas, científicas e tecnológicas, ou seja, influencia na/e a sociedade.

Para eles, a maioria das pessoas tem uma visão de neutralidade da Matemática, onde os números não podem ser contestados ou questionados, pois a matemática é exata. Essa é uma visão ingênua, pois a matemática não é acrítica, não é atemporal.

De acordo com SKOVSMOSE (2008), a Educação Matemática Crítica proporciona ao educando uma visão de não neutralidade da Matemática, a buscarem possíveis soluções para problemas sociais, econômicos, ambientais, e melhora o nível de criticidade. Esta visão encontra similaridade com a visão CTS. Segundo VASCONCELOS (2008), o enfoque CTS proporciona ao aluno uma visão de não neutralidade da ciência, aproxima-o da realidade, contribui para melhorar o nível de criticidade, capacita-o para possível resolução de problemas sociais, econômicos, ambientais.

Segundo MARTÍN-GORDILLO (2003 apud ACEVEDO-DIÁZ, 2004) afirma que, um dos propósitos dos enfoques CTS no âmbito educacional é a alfabetização científica, ou seja, mostrar que a Ciência e a Tecnologia são acessíveis e importantes aos cidadãos e que é necessária a educação para a participação também na Ciência e na Tecnologia. Corroborando com essa ideia, PRAIA et al. (2007 apud JORDÃO, 2011) confirma que, a alfabetização científica é essencial para uma educação voltada à cidadania, existindo hoje um amplo consenso acerca da necessidade de sua implementação.

Segundo D'AMBROSIO (2001), a alfabetização e a contagem, embora necessárias, são insuficientes para o pleno exercício da cidadania, ele propõe a organização de estratégias de ensino baseadas na integração entre alfabetização matemática e a alfabetização tecnológica.

Para SKOVSMOSE (2001), a alfabetização matemática é imprescindível na vida das pessoas. Pois, a matemática pode influenciar em nosso meio científico-tecnológico e social. Essa funciona "(*...) como a mais significante introdução à sociedade tecnológica. É uma introdução que tanto dota os estudantes com habilidades técnicas relevantes, quanto dota com atitude "funcional" em relação à sociedade tecnológica." (SKOVSMOSE, 2001, p. 32)*

> *"Em uma sociedade tecnológica, a alfabetização não é apenas uma competência relativa à habilidade de cálculo, leitura e escrita, uma habilidade que pode ser simultaneamente testada e controlada, ao contrário, ela possui também uma dimensão crítica que acompanha toda a vida do cidadão.*
> *Assim, essa nova maneira de ver a alfabetização passa também a relacionar-se com as competências que permitam ao aluno refletir, questionar, criticar e avaliar as diversas situações pelas quais está envolvido em seu cotidiano, e entender a sociedade e suas relações com os demais setores, entre eles o científico-tecnológico."(PINHEIRO, 2007, p. 84)*

Portanto, com o papel da ciência e da tecnologia na sociedade atual, é necessário a implementação da alfabetização científica e da alfabetização matemática no âmbito educacional, elas são importantes para a formação do aluno mais questionadores, mais críticos, mais participativos, voltado para o exercício pleno da cidadania, ou seja, essas dimensões de alfabetizações leva o aluno a fazer uma leitura do mundo, não restritiva.

CTS e Educação Matemática Crítica tem objetivos próximos, buscam a formação de cidadãos mais participativos, mais questionadores, mais autônomos, mais críticos, capazes de formular possíveis soluções para problemas socioambientais e tecnocientífico. Preconizam o ensino contextualizado, partindo da realidade do aluno. Defendem a alfabetização voltada para a leitura do mundo. Almejam uma sociedade mais justa, mais democrática e igualitária. Ou seja, CTS e Educação Matemática Crítica estão inter-relacionadas.

I.3 Educação ambiental

I.3.1 Histórico da Educação Ambiental

A preocupação com a degradação do meio ambiente não é atual, pois em 1864, George Perkin Marsh lançou um livro onde documentava como os recursos do planeta estavam sendo esgotados, analisava as causas do declínio de civilizações antigas e alertava em relação ao que poderia acontecer com a sociedade moderna caso não utilizassem racionalmente os recursos naturais, afirmava que se não houvesse mudanças, o destino da mesma seria semelhante aos das civilizações antigas (DIAS, 2004).

Em meados do século XVIII, iniciou-se na Inglaterra a Revolução Industrial, ocorrendo assim o progresso dos países ricos, sendo um dos motivos para o surgimento de alguns problemas contemporâneos como o aumento da poluição, a diminuição das áreas verdes, o aumento do lixo doméstico e industrial, o aumento dos problemas respiratórios, o êxodo rural.

Segundo DIAS (2004), Patrick Geddes é considerado o “pai da Educação Ambiental”, porque se preocupava com as consequências do desenvolvimento econômico e urbano após a Revolução Industrial e afirmava que as crianças deveriam estar em contato com a realidade do seu ambiente.

De acordo com NASCIMENTO e CHASIN (2001), a questão ambiental passou a ter relevância a partir do desastre ocorrido em 1951, no Japão, no qual milhares de cidadãos japoneses por consumir pescado da baia de Minamata se intoxicaram, pois a mesma estava

contaminada por metais pesados originados de efluentes industriais. Segundo MICARONI et al. (2000), além das pessoas, animais domésticos, pássaros, peixes e mariscos também sofreram devido à contaminação da baia, acarretando problemas de saúde até os dias atuais, ocasionando muitas vezes a morte.

Como resultado do progresso, na Inglaterra, em 1952, ocorreu a primeira grande catástrofe ambiental (DIAS, 2004), 1600 pessoas morreram, devido ao ar densamente poluído. Provocando uma grande inquietação na sociedade, pois despertou o interesse desta em relação à qualidade do ar, à qualidade ambiental, consequentemente do bem estar da sociedade e da qualidade de vida.

Rachel Carson lançou, em 1962, o livro *Silent Spring* (Primavera Silenciosa). A autora relata sobre o uso indiscriminado de inseticidas e suas consequências ao meio ambiente, tornando-se um clássico na historia do movimento ambientalista (DIAS, 2004). A sociedade começou a perceber que o progresso pode trazer benefícios e malefícios para a mesma.

Em 1968, formou-se o Clube de Roma, um grupo com trinta especialistas de varias áreas, que debatiam sobre a crise ambiental e o futuro da humanidade.

Em 1970, os Estados Unidos da América aprovou a primeira Lei sobre Educação Ambiental, porém essa lei era conservacionista. Na Grã-Bretanha começou a utilização da expressão Educação Ambiental, esta era usada visando à preservação e à conservação do meio ambiente.

O Clube de Roma publicou o seu relatório *The Limits of Growth* (Os Limites do Crescimento), em 1972, este documento denunciou a ganância pelo crescimento material da sociedade, sem a preocupação com o futuro da humanidade.

> *"As análises do modelo indicaram que o crescente consumo geral levaria a humanidade a um limite de crescimento, possivelmente a um colapso. Estava iniciada a busca de modelos de análise ambiental global.*
>
> *Como era de se esperar, a classe política rejeitaria as observações. Apesar disso, o relatório atingiria o seu objetivo: alertar a humanidade sobre a questão. Hoje é um clássico reverenciado na literatura da historia do movimento ambientalista mundial" (DIAS, 2004, p. 79)*

No mesmo ano aconteceu na Suécia, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, também conhecida por Conferência de Estocolmo, que reuniu 113 países. Essa conferência teve o objetivo de oferecer orientação aos governos para preservar e melhorar o ambiente humano, abrangendo fatores sociais, além dos fatores ecológicos.

REIGOTA (2010), afirma que essa conferência indicava a necessidade de se executar a educação ambiental em vista a formar cidadãos mais participativos e capazes de solucionar problemas ambientais.

Em 1975, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) promove em Belgrado um encontro Internacional sobre Educação Ambiental com o propósito de atender as recomendações da Conferência de Estocolmo, estabelecendo princípios e orientações para um programa internacional de educação ambiental, que deveria ser continua, multidisciplinar e interdisciplinar (SOUZA, 2004). Esse encontro deu origem à Carta de Belgrado, que exalta a urgência de erradicar a fome, a pobreza, o analfabetismo, a poluição, a dominação e exploração humana e criticava o desenvolvimento de uma nação em detrimento de outras.

> *"... devem ser lançadas as fundações para um programa mundial de EA, que possa tornar possível o desenvolvimento de novos conhecimentos e habilidades, valores e atitudes, visando à melhoria da qualidade ambiental e, efetivamente, à elevação da qualidade de vida para a geração presentes e futuras." (CARTA DE BELGRADO apud DIAS, 2004, p. 103)*

Em Tbilisi (1977) ocorreu a I Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental, organizado pela UNESCO e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Nessa conferência foram atribuídas as recomendações, as estratégias e as finalidades da Educação Ambiental (EA). Ficou estabelecido que, para o desenvolvimento da EA, devem-se considerar todos os aspectos: Políticos; Sociais; Econômicos; Científicos; Tecnológicos; Culturais; Ecológicos; Éticos.

Em 1984, foi criada a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento com o objetivo de avaliar o grau de degradação ambiental. Após três anos, a Comissão publicou o relatório "Nosso Futuro Comum" também conhecido como Relatório de Brundtland, esse documento informa que apesar do desenvolvimento, é importante a preservação e a conservação da natureza para as gerações futuras, ou seja, esse documento relata a importância do desenvolvimento sustentável[2].

> *"Esta Comissão acredita que os homens podem construir um futuro mais próspero, mais justo e mais seguro. Este relatório, Nosso Futuro Comum, não é uma previsão de decadência, pobreza e dificuldades ambientais cada vez maiores num mundo cada vez mais poluído e com recursos cada vez menores.*

[2] Desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades dos presentes sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras satisfazerem suas próprias necessidades (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991).

> *Vemos, ao contrário, a possibilidade de uma nova era de crescimento econômico, que tem de se apoiar em práticas que conservem e expandam a base de recursos ambientais. E acreditamos que tal crescimento é absolutamente essencial para mitigar a grande pobreza que se vem intensificando na maior parte do mundo em desenvolvimento." (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991, p. 1)*

Para ANJOS (2008), o relatório inovou ao recusar tratar exclusivamente de problemas ambientais, optando pela perspectiva relacional centrada nas inter-relações entre estilos de desenvolvimento e articulação multidimensional envolvendo os aspectos econômicos, políticos, éticos, culturais e ecológicos.

Em 1987, realizou-se em Moscou, a Conferência Internacional sobre Educação e Formação Ambiental, onde cada país participante apresentou um relatório sobre os avanços da EA, analisaram-se as conquistas e as dificuldades da EA e apresentaram a estratégia internacional de ação em matéria de educação e formação ambiental para o decênio de 1990.

Em 1992, realizou-se no Rio de Janeiro a Conferência da ONU sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio–92, também conhecida como Eco-92), foi o resultado do trabalho desenvolvido originalmente por cientistas e não por políticos ou diplomatas. Teve como propósito: analisar as questões ambientais globais; oferecer estratégias para os Estados para alcançar o desenvolvimento sustentável, erradicar a pobreza; buscar cooperação entre os Estados para o melhor desenvolvimento das nações. Essa conferência contribuiu para difusão dos temas ambientais no Brasil e no mundo. Houve a aprovação do documento "Agenda 21", este reúne propostas de ação para os países e os povos em geral, bem como estratégias para que essas ações possam ser cumpridas. Esse documento referencia as questões socioambientais como, a pobreza e a dívida externa dos países em desenvolvimento; padrões insustentáveis de produção e consumo; pressões demográficas e a estrutura da economia internacional. O programa de ação também recomendou meios de fortalecer o papel desempenhado pelos grandes grupos – mulheres, organizações sindicais, agricultores, crianças e jovens, povos indígenas, comunidade científica, autoridades locais, empresas, indústrias e ONGs – para alcançar o desenvolvimento sustentável.

Paralelamente a Rio-92, oficialmente patrocinado pela ONU, ocorreu o Fórum Global, no qual vários representantes de Organizações Não Governamentais (ONGs) de todo o mundo e movimentos sociais participaram do Fórum, produzindo vários Tratados da Sociedade Civil, paralelos aos Documentos Oficiais da Rio-92.

Em Copenhague (1994) ocorreu a Conferência para o Desenvolvimento Social, objetivou a criação de um ambiente econômico, político, social e jurídico que permitisse o desenvolvimento social.

Em 1996, no Brasil, o Ministério da Educação e da Cultura (MEC) contemplou o Meio Ambiente como Tema transversal, assim como: a ética, a saúde, a orientação sexual e a pluralidade cultural.

> *"O ser humano faz parte do meio ambiente e as relações que são estabelecidas — relações sociais, econômicas e culturais — também fazem parte desse meio e, portanto, são objetos da área ambiental. Ao longo da história, o homem transformou-se pela modificação do meio ambiente, criou cultura, estabeleceu relações econômicas, modos de comunicação com a natureza e com os outros. Mas é preciso refletir sobre como devem ser essas relações socioeconômicas e ambientais, para se tomar decisões adequadas a cada passo, na direção das metas desejadas por todos: o crescimento cultural, a qualidade de vida e o equilíbrio ambiental". (BRASIL, PCN, 1997, p. 27)*

Em 1997, aconteceu no Rio de Janeiro a Rio+5, com o objetivo de revisar e avaliar a execução da Agenda 21, e fazer recomendações para sua realização. O documento final da sessão recomendou a redução de emissões de gases de efeito estufa que geram as mudanças climáticas; uma maior movimentação dos padrões sustentáveis de distribuição de energia, produção e uso; e o foco na erradicação da pobreza como pré-requisito para o desenvolvimento sustentável.

Nesse mesmo ano, ocorreu em Kyoto a III Conferência das Partes para a Convenção das Mudanças Climáticas, que teve como objetivo a redução de emissões de gases estufa até o ano de 2012. Os Estados Unidos da América apesar de ser um dos países industrializados que mais poluem o meio ambiente, não assinou o protocolo de Kyoto. Além disso, várias outras questões ficaram sem solução, assim como os "créditos de carbono" (os países que poluem pouco podem vender seus créditos para as nações que poluem mais).

No mesmo ano, ocorreu a Conferência Internacional sobre o Meio Ambiente e Sociedade: Educação e Consciência Pública para um Futuro Sustentável, em Thessaloniki (Grécia), essa conferência gerou o documento Educação para um Futuro Sustentável: uma visão transdisciplinar para ações compartilhadas, que teve como objetivo destacar a função da educação e da sensibilização dos cidadãos em prol da sustentabilidade.

Em 1999, após seis anos de tramitação foi aprovada a Lei 9.795/99 da Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), onde o Programa Nacional de Educação Ambiental (PRONEA) forneceu subsídios para a formulação da lei.

> *"A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal." (LEI 9.795/99, Cap. I, Art. 2º)*

No mesmo ano houve a Reunião Internacional sobre Educação para a Sustentabilidade das Américas, em Bogotá, teve o intuito de elaborar uma proposta para direcionar a transformação dos currículos escolares da região, com o enfoque da sustentabilidade, e o Seminário Experiências Educativas Inovadoras em EA para um Futuro Sustentável, em que se apresentaram experiências em andamento na América Latina e Caribe.

Em 2002, foi realizada pela ONU a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável em Johanesburgo (África do Sul), também conhecida como Rio+10 ou Cúpula da Terra II, teve como objetivo discutir os avanços alcançados, os desafios e as novas questões surgidas desde a Rio-92. Este evento gerou à Declaração de Johanesburgo, na qual reafirma os compromissos firmados entre os países que participaram da Rio-92.

No ano de 2005, a UNESCO propôs um instrumento de mobilização, a Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável.

> *"O objetivo global da Década é integrar os valores inerentes ao desenvolvimento sustentável em todos os aspectos da aprendizagem com o intuito de fomentar mudanças de comportamento que permitam criar uma sociedade sustentável e mais justa para todos." (UNESCO, 2005, p. 17).*

Em 2006, realizou-se no Panamá, a XIV Reunião do Foro de Ministros de Meio Ambiente da América Latina e Caribe, teve o objetivo de fortalecer o processo de cooperação entre os países participantes, com a finalidade de alcançar o desenvolvimento sustentável, equilibrando o crescimento econômico, a equidade social e a proteção ambiental.

Em junho de 2012, acontecerá no Rio de Janeiro a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, mais conhecida como Rio+20, os principais assuntos pautados: governança global e economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável. O evento tem o propósito de fortalecer e definir órgãos para a gerência do meio ambiente e do desenvolvimento sustentável, além de avaliar o progresso feito até o momento e as lacunas que ainda existem na implementação dos resultados dos principais encontros sobre

desenvolvimento sustentável. Também deverá estabelecer metas para que a economia mundial seja responsável, inclusiva e erradique a pobreza.

Também acontecerá no Rio de Janeiro, na mesma época, a Cúpula dos Povos, que é um evento paralelo e crítico a Rio+20, tem o propósito de cobrar dos governantes mundiais, justiças sociais e ambientais com ênfase nas políticas públicas. Seus eixos são a crítica às causas das crises globais, a economia verde, e a defesa das possibilidades de soluções efetivamente sustentáveis, focadas na justiça social e ambiental.

I.3.2 A Educação Ambiental no Brasil

Os movimentos ambientalistas tiveram mais repercussão a partir dos anos 60, principalmente após a publicação do livro *Silente Spring* (Primavera Silenciosa) da Rachel Carson, no qual alertava sobre o uso indiscriminado do DDT. Na década de 1970, o Brasil, estava no período do "milagre econômico", ou seja, o Brasil estava com a economia em crescimento, negando as tendências internacionais da preservação e conservação do meio ambiente. Na Conferência de Estocolmo (1972), para espanto do mundo, representantes do Brasil pedem poluição.

> *"Um cartaz anuncia: "Bem-vindos à poluição, estamos abertos para ela. O Brasil é um país que não tem restrições. "Temos várias cidades que receberiam de braços abertos a sua poluição, porque o que nós queremos são empregos, são dólares para o nosso desenvolvimento."" (DIAS, 2004, p. 36)*

Os representantes do Brasil nessa conferência, não estavam preocupados com as mazelas que esse crescimento econômico e essa poluição poderiam causar a sociedade em curto, médio ou longo prazo. O Brasil lidera os países do Terceiro Mundo para não aceitar a Teoria do Crescimento Zero proposta pelo Clube de Roma, a nação estava indo em direção oposta aos objetivos da Conferência de Estocolmo e do Clube de Roma (DIAS, 2004).

Em 1973, cria-se a Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA) no âmbito do Ministério do Interior, que, entre outras atividades, contempla a Educação Ambiental. No entanto, esta tinha o enfoque conservacionista e preservacionista da natureza.

Em 1975, o governo federal promoveu o Primeiro Encontro Nacional sobre Proteção e Melhoria do Meio Ambiente, que teve o intuito de debater ações para a preservação e conservação do meio ambiente. (MEC, 1998)

Em 1976, a Fundação Educacional do Distrito Federal (FEDF), a Fundação Universidade de Brasília e a SEMA, realiza o Curso de Extensão para Profissionais de Ensino do 1º Grau, Ecologia, fundamentado na reestruturação do currículo de ciências físicas e biológicas, programa da saúde e o ambiente.

Um ano mais tarde, criaram-se em várias universidades, cursos voltados à área ambiental. Neste mesmo ano, o Brasil não participou da Conferência Internacional de Tbilisi, na qual é considerada como o grande marco da educação ambiental.

O projeto Natureza, criado em 1978 pela Secretaria de Educação do Rio Grande do Sul, este programa criou e organizou hortas e jardins em escolas, tendo o propósito de estimular os alunos, por meio de uma atividade contínua, com vista ao respeito e à responsabilidade com o meio ambiente. Ou seja, esse projeto teve o enfoque conservacionista, não incluindo o social.

Em 1981, aprovou-se a Lei nº 6.938/81, que trata da Política Nacional do Meio Ambiente, em seu Art. 2º, Inciso X - *educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente.*

No mesmo ano, o governo federal apoiou e praticou o “desenvolvimento” de Rondônia e áreas de Mato Grosso, ocasionando o desmatamento catastrófico dessas áreas, causando conflitos fundiários e sociais.

Em 1984, O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) apresenta resolução, estabelecendo diretrizes para a Educação Ambiental, mas a proposta é retirada de pauta. Havendo assim um retrocesso nas políticas da EA.

Em 1987, a SEMA e a Universidade de Brasília organizam o primeiro Curso de Especialização em Educação Ambiental, teve o intuito de preparar grupos de profissionais que exerceriam funções importantes no seu Estado.

No mesmo ano, o Ministério da Educação e Cultura (MEC) aprova o Parecer nº 226/87, que é necessário à inclusão da Educação Ambiental nos currículos escolares de 1º e 2º graus.

Promulgada a nova Constituição Brasileira, de 1988, em seu Art. 225, Capítulo VI - Do Meio Ambiente, Inciso VI, destaca a necessidade de *“promover a Educação Ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente”*.

Para cumprimento dos preceitos constitucionais, leis federais, decretos, constituições estaduais, e leis municipais determinam a obrigatoriedade da Educação Ambiental.

Em 1991, a Portaria nº 678 (14/05/91) do MEC, institui que todos os currículos nos diversos níveis de ensino deverão contemplar conteúdos de Educação Ambiental.

Em 1992, aconteceu no Rio de Janeiro a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92 também conhecida como Eco-92), aprovou-se o documento “Agenda 21”. Essa Conferência teve o intuito de analisar as questões ambientais globais; analisar se houve avanços em relação aos princípios e objetivos propostos na Conferência de Estocolmo. Muitos temas foram tratados na Rio-92 como: desarmamento, arsenal nuclear, desertificação, desmatamento, poluição, chuva ácida, crescimento populacional, povos indígenas, fome, miséria, refugiados, concentração da produção, da ciência e da tecnologia, entre tantos outros (LOUREIRO, 2004). A Rio-92 fomentou a criação da Rede Brasileira de Educação Ambiental (REBEA), além de outras redes de Educação Ambiental, notadamente no país. E também, a criação nos anos 90, no Brasil, da Rede Brasileira de Agendas 21 locais.

Paralelamente a Rio-92, oficialmente patrocinado pela ONU, ocorreu o Fórum Global 92, no qual vários representantes de Organizações Não Governamentais (ONGs) de todo o mundo participaram do Fórum. Foram tratados temas como: crescimento populacional, feminismo, educação, pobreza, questões étnicas e ambientais. Neste Fórum foi elaborada a minuta da “Carta da Terra”.

Em 1994, foi aprovado o Programa Nacional de Educação Ambiental (PRONEA), com o objetivo de Promover processos de educação ambiental voltados para valores humanistas, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências que contribuam para a participação cidadã na construção de sociedades sustentáveis.

Em 1996, houve avanço na educação, pois o Meio Ambiente foi contemplado como um dos temas transversais pelo MEC.

Em 1997, realizou-se em Brasília a I Conferência Nacional de Educação Ambiental, teve o objetivo de avaliar as tendências, identificar as perspectivas e estratégias para a prática da EA no Brasil. Nessa Conferência foi gerado o documento, a Declaração de Brasília para a EA, que relata os problemas, as propostas e as recomendações dadas pelos participantes.

Em 1999, foi sancionada a Lei nº 9.795/99 que trata da Educação Ambiental. Em seu Art. 5º- São objetivos fundamentais da educação ambiental:

> *I - o desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos;*
> *II - a garantia de democratização das informações ambientais;*
> *III - o estímulo e o fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social;*
> *IV - o incentivo à participação individual e coletiva, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio ambiente, entendendo-se a defesa da qualidade ambiental como um valor inseparável do exercício da cidadania;*
> *V - o estímulo à cooperação entre as diversas regiões do País, em níveis micro e macrorregionais, com vistas à construção de uma sociedade ambientalmente equilibrada, fundada nos princípios da liberdade, igualdade, solidariedade, democracia, justiça social, responsabilidade e sustentabilidade;*
> *VI - o fomento e o fortalecimento da integração com a ciência e a tecnologia;*
> *VII - o fortalecimento da cidadania, autodeterminação dos povos e solidariedade como fundamentos para o futuro da humanidade. (BRASIL, 1999)*

Em 2002, foi aprovado o Decreto Nº 4.281, que regulamenta a Lei nº 9.795/99, na qual que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, e dá outras providências. Esse Decreto dá competências aos Órgãos gestores sobre a Política Nacional de Educação Ambiental.

> *Art. 5º- Na inclusão da Educação Ambiental em todos os níveis e modalidades de ensino, recomenda-se como referência os Parâmetros e as Diretrizes Curriculares Nacionais, observando-se:*
> *I - a integração da educação ambiental às disciplinas de modo transversal, contínuo e permanente; e*
> *II - a adequação dos programas já vigentes de formação continuada de educadores. (BRASIL, 2002)*

No Rio de Janeiro será realizada a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+20), em junho deste ano, um dos objetivos é ajudar os países e comunidades a avançar para uma economia verde, acelerando os esforços para erradicar a pobreza.

Também ocorrerá no Rio de Janeiro, na mesma época, a Cúpula dos Povos, este é um evento paralelo e crítico à Rio+20, que pretende reunir milhares de pessoas para cobrar dos governantes mundiais, justiças sociais e ambientais com ênfase nas políticas públicas, que tragam o desenvolvimento sustentável e os desafios da crise do planeta. O evento será organizado de forma livre da presença corporativa e com base na economia solidária, agro ecologia, em culturas digitais, ações de comunidades indígenas e quilombolas e de cidadania.

I.3.3 PCN e Educação Ambiental

Na Conferência de Tbilisi (1977) uma das recomendações feita pelos participantes é que a Educação Ambiental não deve ser uma disciplina a mais no currículo e sim uma articulação de diversas disciplinas, tornando-se um facilitador no ensino aprendizagem dos educandos, utilizando temas socioambientais.

> *"... a educação ambiental deveria suscitar uma vinculação mais estreita entre os processos educativos e a realidade, estruturando suas ativiades em torno de problemas concretos que se impõem à comunidade; e enfocara a analise de tais problemas, através de uma perspectiva interdisciplinar e globalizadora, que permita uma compreensão adequada dos problemas ambientais" (Tbilisi, 1977 apud Dias, 2004, p. 107)*

A inclusão da temática ambiental na educação formal (aquele realizado na escola) a partir dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) deixou de ser somente das Ciências Naturais e passou a ser utilizado de forma interdisciplinar. Assim aos poucos a fragmentação do saber vai sendo substituída por conhecimentos articulados.

> *"(...) o papel do ensino formal é o de fornecer aos alunos condições de compreender a realidade na qual estão inseridos, tanto do ponto de vista dos fenômenos naturais quanto dos aspectos sociais, a fim de que eles possam tomar decisões de forma crítica e consciente a respeito dos assuntos que permeiam a sociedade." (SILVA e CRUZ, 2004 apud AMARAL et al. 2009, p. 102)*

Para KRASILCHICK e MARADINO (2004), os temas transversais tem a incumbência de reconhecimento e análise de questões em dimensão interdisciplinar.

Segundo o MEC (1998), os PCN estão entre os fatos marcantes na história da EA do país, pois eles levaram um projeto inovador para milhões de pessoas. Utilizando o Meio Ambiente como tema transversal, inter-relacionando com todas as disciplinas. Eles foram escritos com o propósito de ser uma referência curricular nacional contendo informações e orientações, com a intenção de garantir à população escolar acesso aos conhecimentos essenciais para exercício de sua cidadania. Além do Tema Transversal Meio Ambiente, outros temas integram a proposta educacional como: Ética, Pluralidade Cultural, Saúde, Orientação Sexual e Trabalho e Consumo que frequentemente ocorrem em nosso cotidiano. Outro propósito é a redução da evasão escolar e diminuição dos altos índices de repetências, ou seja, o tema transversal tem o objetivo de ser um papel motivador para o ensino aprendizagem.

Os PCN (1997) recomendam uma organização por área de conhecimento, ou seja, Ciências humanas e suas tecnologias; Ciências da natureza e suas tecnologias; Linguagens,

Códigos e suas tecnologias; e Matemática e suas tecnologias e por ciclo, ou seja, em séries não fragmentadas.

Os PCN tem como objetivos gerais para o Ensino Fundamental, que os alunos, ao final do mesmo, sejam capazes de:

> *• identificar-se como parte integrante da natureza e sentir-se afetivamente ligados a ela, percebendo os processos pessoais como elementos fundamentais para uma atuação criativa, responsável e respeitosa em relação ao meio ambiente;*
> *• perceber, apreciar e valorizar a diversidade natural e sociocultural, adotando posturas de respeito aos diferentes aspectos e formas do patrimônio natural, étnico e cultural;*
> *• observar e analisar fatos e situações do ponto de vista ambiental, de modo crítico, reconhecendo a necessidade e as oportunidades de atuar de modo propositivo, para garantir um meio ambiente saudável e a boa qualidade de vida;*
> *• adotar posturas na escola, em casa e em sua comunidade que os levem a interações construtivas, justas e ambientalmente sustentáveis;*
> *• compreender que os problemas ambientais interferem na qualidade de vida das pessoas, tanto local quanto globalmente;*
> *• conhecer e compreender, de modo integrado, as noções básicas relacionadas ao meio ambiente;*
> *• perceber, em diversos fenômenos naturais, encadeamentos e relações de causa/efeito que condicionam a vida no espaço (geográfico) e no tempo (histórico), utilizando essa percepção para posicionar-se criticamente diante das condições ambientais de seu meio;*
> *• compreender a necessidade e dominar alguns procedimentos de conservação e manejo dos recursos naturais com os quais interagem, aplicando-os no dia-a-dia. (BRASIL, PCN, 1997, p. 197e 198)*

A Educação Ambiental abrange não só a parte biológica e ecológica, não cabe uma visão reducionista de EA, pois ela engloba fatores econômicos, sociais, culturais e políticos. Segundo LEMOS (2009), o acréscimo desses fatores é consequência do crescimento do ambientalismo como um movimento social. Corroborando com esse pensamento, REIGOTA (2010), afirma que é uma educação que não tem o propósito somente da utilização racional dos recursos naturais, mas basicamente a participação dos cidadãos nos debates e resoluções sobre a questão ambiental.

> *"Quando nos referimos à educação ambiental, situamo-na em contexto mais amplo, o da educação para a cidadania, configurando-a como elemento determinante para a consolidação de sujeitos cidadãos. O desafio do fortalecimento da cidadania para a população como um todo, e não para um grupo restrito, concretiza-se pela possibilidade de cada pessoa ser portadora de direitos e deveres, e de se converter, portanto, em ator co-responsável na defesa da qualidade de vida." (JACOBI, 2003, p.197)*

Para GAUDIANO e ORTEGA (2009), a Educação Ambiental é entendida tanto como ensino formal, como projetos fora de aula e aproximações das articulações sociedade-natureza.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB 9394/96) afirma que o Ensino Fundamental tem como objetivo no Capítulo II, Seção III, Art. 32,

> *Inciso II – a compreensão do ambiente natural e social, do sistema político, da tecnologia, das artes e dos valores em que se fundamenta a sociedade; e no Inciso III – o desenvolvimento da capacidade de aprendizagem, tendo em vista a aquisição de conhecimentos e habilidades e a formação de atitudes e valores.*

Ou seja, os PCN vem reforçar os objetivos da LDB 9393/96. Esses buscam uma aprendizagem mais significativa, mediante a contextualização, evitando a fragmentação do saber através da interdisciplinaridade, estimulando o raciocínio e a capacidade de aprender.

Antes dos PCN e das reformas na educação, o aluno era visto como um ser passivo, pois era um ensino rígido, onde o professor explicava, transmitia o seu conhecimento e o educando só recebia esse conhecimento, ou seja, o aluno deveria prestar atenção, ficar em silêncio, copiar e reproduzir o que estava escrito sem poder dar sugestões, sem poder interagir. Não se admitia questionamentos, a memorização era um dos fatores mais importantes para um bom resultado nas provas, na vida escolar e na vida como um todo. Era um ensino descontextualizado, em matérias estanques, sem problemáticas que envolvam a realidade do aluno, sem indagações.

Os PCN e a EA vieram pra desmistificar esse ensino rígido, pois tanto um quanto o outro preconizam a contextualização, a problematização de variáveis relacionadas ao ambiente local e global, a conscientização para a preservação e a conservação do meio ambiente, uma educação permanente e contínua, com o intuito de formar cidadãos mais críticos, mais participativos, mais autônomos e capazes de decidir sobre problemas relacionados ao contexto socioambiental. Portanto, os PCN e EA foram importantes para o avanço da educação e do ensino no Brasil.

I.3.4 CTS e Educação Ambiental

Segundo SANTOS (2008), o enfoque CTS auxilia o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para possíveis tomadas de decisões. REIGOTA (2010, p. 63), afirma que, *"a educação ambiental não deve se preocupar em transmitir conhecimentos,*

mas sim, produzir conhecimentos". Ou seja, tanto o enfoque CTS, quanto a Educação Ambiental preconizam a produção de conhecimentos para o exercício pleno da cidadania.

Segundo AULER e BAZZO (2001), na década de 1970, o olhar sobre a Ciência e a Tecnologia tornou-se mais crítico após os resultados do avanço das mesmas vinculadas a armas nucleares e a degradação do meio ambiente.

De acordo com VASCONCELLOS e SANTOS (2008), também nessa época, o movimento ambientalista começou a se destacar, indagando e denunciando que a exploração da natureza aumentou devido à industrialização, causando efeitos negativos ao meio ambiente.

SANTOS (2007) sugere o acréscimo da letra "A" à sigla CTS, para enfatizar as relações existentes e destacar a importância do meio ambiente nesta abordagem. O enfoque CTS tem objetivos semelhantes ao da Educação Ambiental, pois ambos tem uma raiz em questões ambientais, seus focos são parecidos.

Portanto, pode-se afirmar que existe relação entre o enfoque CTSA e a EA, conforme citado por LEMOS (2009, p. 32):

> *"A articulação do enfoque CTSA com a EA, dá-se pelo fato que ambos, preconizam uma abordagem interdisciplinar, uma formação de cidadania crítica e participativa, uma metodologia por temas ambientais, um ensino contextualizado, uma construção de habilidades e atitudes, uma busca pelo desenvolvimento sustentável, um alcance pela qualidade de vida, o papel do educador como mediador do processo, uma participação efetiva dos alunos no desenvolvimento dos trabalhos, uma construção coletiva na solução de problemas e por fim, conteúdos contextualizados, trabalhados a partir da realidade social na qual os alunos estão inseridos."*

Corroborando com LEMOS, DIAS (2004) afirma que, a educação ambiental estimula o exercício pleno da cidadania e valores que tornem a sociedade mais justa. A EA visa formar cidadãos mais conscientes, mais críticos, mais questionadores, mais participativos, assim como o ensino CTS.

Inúmeros documentos nacionais e internacionais tem reafirmado a importância da Educação Ambiental, como na Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano (Estocolmo, 1972), no Encontro Internacional em Educação Ambiental (Belgrado, 1975), na I Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental (Tbilisi, 1977), na Conferência Internacional sobre Educação e Formação Ambiental (Moscou, 1987), no Relatório de Brundtland, na Constituição Brasileira de 1988 (Art. 225, no Capítulo VI - Do Meio Ambiente,

Inciso VI), na Rio 92, no Programa Nacional de Educação Ambiental (PRONEA), nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN).

Alguns princípios da Declaração das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano (Estocolmo, 1972):

> *Princípio 18- Como parte de sua contribuição ao desenvolvimento econômico e social deve-se utilizar a ciência e a tecnologia para descobrir, evitar e combater os riscos que ameaçam o meio ambiente, para solucionar os problemas ambientais e para o bem comum da humanidade.*
>
> *Princípio 19- É indispensável um esforço para a educação em questões ambientais, dirigida tanto às gerações jovens como aos adultos e que preste a devida atenção ao setor da população menos privilegiado, para fundamentar as bases de uma opinião pública bem informada, e de uma conduta dos indivíduos, das empresas e das coletividades inspirada no sentido de sua responsabilidade sobre a proteção e melhoramento do meio ambiente em toda sua dimensão humana. É igualmente essencial que os meios de comunicação de massas evitem contribuir para a deterioração do meio ambiente humano e, ao contrário, difundam informação de caráter educativo sobre a necessidade de protegê-lo e melhorá-lo, a fim de que o homem possa desenvolver-se em todos os aspectos. (ONU, 1972, p. 5-6)*

Algumas das recomendações da I Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental (Tbilisi, 1977) aos países membros (apud DIAS, 2002):

- O propósito fundamental da EA é mostrar a interdependências econômicas, políticas e ecológicas dos países, no qual as decisões, atitudes e comportamentos podem afetar o planeta. Nesse sentido os países devem cooperar, colaborar, solidarizar para a conservação e a melhoria do Meio Ambiente.
- A EA deve estruturar suas atividades em torno de problemas concretos, vinculado à realidade dos alunos, e enfocar a análise desses problemas através do viés interdisciplinar.

CTS e EA apesar de serem movimentos distintos, tem objetivos próximos, buscam a formação de cidadãos mais participativos, mais questionadores, mais autônomos, mais críticos, capazes de formular possíveis soluções para problemas socioambientais. Preconizam o ensino interdisciplinar, contextualizado, partindo da realidade do aluno. Defendem a utilização das temáticas socioambientais e tecnocientíficas. Almejam uma sociedade mais justa, mais democrática e igualitária. Ou seja, CTS e EA estão inter-relacionados e podem contribuir juntos para um melhor aprendizado de ciências e matemática.

II Metodologia

A pesquisa

Trata-se de um estudo de caso, consistindo na observação detalhada de um contexto, ou indivíduo, de uma única fonte de documentos ou de um acontecimento específico (MERRIAM, 1988 apud BOGDAN e BIKLEN, 1994, p. 83). É uma pesquisa teórico-empírica, compreendida na metodologia descritiva, com abordagem qualitativa amparadas em observações, anotações e dados coletados ao longo do trabalho com os sujeitos envolvidos.

Segundo RODRIGUES (2005), a abordagem qualitativa, considera que há uma ligação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo que não se pode separar entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito. Onde o pesquisador é o instrumento-chave. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. Corroborando com o que foi dito, MINAYO (1994, p. 21) escreve que

> *" (...) a pesquisa qualitativa responde a questões muito particulares. Ela se preocupa, nas ciências sociais, com um nível de realidade que não pode ser quantificado. Ou seja, ela trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis"*

De acordo com LUDKE e ANDRÉ (1986), o uso qualitativo é o que acontece numa situação real e natural, com vários dados descritivos. Além disso, tem um planejamento flexível e livre, podendo ser mudado a qualquer momento, dependendo das circunstâncias reais.

Para SELLTIZ et al.(1967 apud RODRIGUES, 2005, p. 38), a pesquisa descritiva

> ***"*** *visa descrever as características de determinada população/fenômeno, ou o estabelecimento de relações entre variáveis. É utilizada para aumentar os conhecimentos sobre as características e magnitude de um problema, obtendo desta maneira uma visão mais completa. Para este tipo de pesquisa é necessário que o pesquisador detenha algum conhecimento da variável ou das variáveis que influenciam o problema. Algumas pesquisas descritivas vão além da simples identificação da existência de relações entre variáveis, pretendendo determinar a natureza dessa relação."*

Para SEABRA (2001), pesquisar é espionar, examinar pacientemente, perseverantemente, ficar atento durante longos períodos e anotar todos os dados que o pesquisador pressupõe relevantes. Para ele, o pesquisador tem que ser curioso. Reforçando essa ideia, FACHIN (2003), afirma que o começo de toda pesquisa é o método observacional.

Além destes aspectos metodológicos, importa indicar os fundamentos do Projeto Ibero-americano de Avaliação de Atitudes Relacionadas com a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade (PIEARCTS), considerando que se utilizou a questão 40161 que compõe a referida pesquisa e cujos resultados foram previamente apresentados (FERREIRA, ANTONIOLI e CHRISPINO, 2011).

O PIEARCTS se originou do aprimoramento dos questionários Views on Science, Technology and Society (VOSTS) (AIKENHEAD e RYAN, 1992; AIKENHEAD, RYAN e FLEMING, 1989) e Teacher's Belief about Science-Technology-Society (TBA-STS) (RUBBA e HARKNESS, 1993; RUBBA et al., 1996), que foram desenvolvidos, empiricamente, a partir de entrevistas, pesquisas e respostas abertas em instrumentos aplicados a alunos e professores (AIKENHEAD e RYAN, op cit.; RUBBA e HARKNESS, op cit.). Estes questionários foram adaptados ao contexto cultural espanhol, originando os Questionários de Opiniões sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade (COCTS), que é um banco contendo 100 questões sobre CTS, sendo melhorado através de diversas etapas (MANASSERO e VÁZQUEZ, 1998a, 1998b; VÁZQUEZ e MANASSERO, 1999; MANASSERO et al., 2001, 2003a).

Todas as 30 questões do PIEARCTS, extraídas do COCTS, tem a mesma formatação, sendo um texto pequeno no qual é apresentado o problema e alguns itens em ordem alfabética a serem avaliados em relação ao texto. A identificação de cada questão é feita com um número de cinco algarismos, nesse caso a questão escolhida foi a 40161, onde o número 4 remete à dimensão de influência do CTS, neste caso a influência da ciência e da tecnologia na sociedade.

O PIEARCTS propõe um novo modelo de respostas múltiplas, mais complexo, válido e eficaz que busca evitar escolhas forçadas, baseado em um escalonamento de frases e uma métrica que produz índices atitudinais normalizados e invariantes. Os participantes irão julgar e atribuir valores de 1 a 9 nos quais os valores tem o significado na tabela II. 1. Cada valor se converte depois em índices (tabela II. 2), conforme uma classificação prévia em três categorias: ingênuas, plausíveis e adequadas, que foram antecipadamente escolhidas por um grupo de 16 juízes-especialistas.

> *"A variedade de antecedentes profissionais desses juízes garante uma diversidade de pontos de vista com relação à temática exposta. Os 16 juízes cumprem a condição de compartilhar, em maior ou menor grau, certa especialidade na Natureza da Ciência, além de terem outras ocupações principais como assessores ou formadores de professores de ciências (5), filósofos (4), pesquisadores em didática das ciências (4) e professores de ciências (3). A amostragem é composta por 5 mulheres e 11 homens. Quatro*

> *juízes são formados em filosofia, sendo que um deles também é formado em ciências, enquanto que os outros 12 são formados em ciências (física, química, biologia e geologia). Os juízes trabalham como professores de Ensino Médio (5), assessores em ciências em centros de formação de professores (4) e professores universitários e pesquisadores (7). A maioria (12) tem uma atividade de pesquisa reconhecida no âmbito da didática das ciências ou na educação em CTS." (VÁZQUEZ et al., 2008, p. 35)*

A classificação em uma das três categorias é feita a partir da atribuição de valores (tabela II.1) dos juízes peritos a cada frase, podendo ser classificada como adequada, ingênua ou plausível, dependendo da pontuação. É interpretado que os juízes entraram em um consenso, quando há a coincidência de dois terços dos valores atribuídos pelos juízes em um item.

Tabela II. 1: Escala de avaliação de cada frase do COCTS.

DESACORDO				INDECISO		ACORDO				
TOTAL	ALTO	MÉDIO	BAIXO	INDECISO	BAIXO	MÉDIO	ALTO	TOTAL	NÃO A ENTENDO	NÃO SEI
1	2	3	4	5	6	7	8	9	E	S

Tabela II. 2: Modelo de respostas múltiplas (MRM).

Categorias	N° de frases	Escala de valoração: transformação das pontuações Diretas									Pontuações atitudinais diretas			Índices de atitudes por categoria		
		9	8	7	6	5	4	3	2	1						
Grau de acordo		Total	Quase total	Alto	Parcial alto	Parcial	Parcial Baixo	Baixo	Quase nulo	Nulo	Máximo	Fórmula	Mínimo	Máximo	Fórmula	Mínimo
Adequadas	N_a	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	$+4\ N_a$	Σa_j	$-4\ N_a$	+1	$I_a = \Sigma a_j / 4N_a$	-1
Plauíveis	N_p	-2	-1	0	1	2	1	0	-1	-2	$+2\ N_p$	Σp_j	$-2\ N_p$	+1	$I_p = \Sigma p_j / 4N_p$	-1

Ingênuas	N_i	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	$+4N_i$	Σi_j	$-4N_i$	+1	$I_n = \Sigma n_j / 4N_i$	-1
Total	N										Índice de atitude global			1	$I=(I_a+I_p+I_n)/3$	-1

- a_j: pontuação do valor para a frase adequada j.
- p_j: pontuação do valor para a frase plausível j.
- n_j: pontuação do valor para a frase ingênua j.
- N_a, N_p, N_i: Número de frases pertencentes a cada uma das categorias.
- Σ: Somatório das pontuações diretas de j = 1 a j = N_a (j = N_p ou j = N_n) para o conjunto de frases contidas a cada uma das categorias “adequada”, “plausível” ou “ingênua”.

O modelo de respostas múltiplas (VÁZQUEZ et al., 2006) permite normalizar índices entre -1 e +1 para cada item. Portanto, se o item é considerado ingênuo o valor normalizado é menor quando a pontuação atribuída está mais próximo de 9, ou se o item é considerado plausível o valor normalizado é maior quando a pontuação atribuída está em 5, ou ainda se o item é considerado adequado o valor normalizado é menor quando a pontuação atribuída está mais próxima de 1.

A escolha por turmas do Ensino Fundamental se deu pelo fato de ser este o nível de ensino no qual trabalha a professora-pesquisadora e pela necessidade dos educandos ampliarem os saberes sobre a temática socioambiental e tecnocientíficos, de forma interdisciplinar com a Matemática.

Local de trabalho e sujeitos da pesquisa

A presente pesquisa foi desenvolvida em uma Escola Municipal, localizada no bairro de Jacarepaguá, na Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro. Como foco do estudo, foram selecionadas três turmas do Segundo Segmento do Ensino Fundamental no ano de 2010, sendo duas turmas do 7° ano e uma do 8°ano. A pesquisa teve continuidade em 2011 com

uma das turmas do 7° ano, considerando o pedido de alunos que, no ano anterior haviam participado do projeto de pesquisa e que mantinham interesse pelas atividades envolvendo a temática ambiental interligado a Matemática.

Os sujeitos envolvidos na pesquisa foram, em 2010, 125 alunos, sendo 87 alunos do 7° ano, desses 56 eram do sexo feminino e 31 do sexo masculino; 38 alunos do 8° ano, desses 26 eram do sexo feminino e 12 do sexo masculino e, em 2011, 37 alunos do 8° ano, desses 21 eram do sexo feminino e 16 do sexo masculino, estes alunos também participaram da pesquisa no ano anterior, dando continuidade a pesquisa realizada em 2010. Em 2010, os participantes da pesquisa tinham a faixa etária de 12 a 15 anos e em 2011, os participantes da pesquisa tinham a faixa etária de 13 a 15 anos. Na tabela II. 3 mostra os sujeitos envolvidos na pesquisa.

Tabela II. 3: Sujeitos envolvidos na pesquisa.

	Feminino	Masculino	Total
7º Ano (2010)	56	31	87
8º Ano (2010)	26	12	38
Total (2010)	82	43	125
8º Ano (2011)	21	16	37

Coletas de dados, instrumentos de coleta de dados e amostragem

As atividades que compõem a pesquisa foram desenvolvidas, bem como os dados coletados, pela professora-pesquisadora em todas as turmas durante o horário normal das aulas de Matemática.

A professora-pesquisadora observou e investigou a prática diária. Houve o cuidado de reunir os seguintes documentos para posterior análise: as respostas da questão 40161 do PIEARCTS e dos trabalhos envolvendo matemática e meio ambiente, aplicados aos sujeitos envolvidos na pesquisa.

A coleta de dados foi realizada através (1) da análise das respostas sobre a questão 40161 do PIEARCTS, (2) de trabalhos envolvendo matemática e meio ambiente, aplicados aos sujeitos envolvidos na pesquisa, (3) de observações, anotações feitas pela professora-pesquisadora e (4) de revisão bibliográfica pertinente.

Na tabela II. 4, mostra a relação dos sujeitos envolvidos na pesquisa.

Tabela II.4: Relação dos sujeitos envolvidos na pesquisa.

	INSTRUMENTO					
ATIVIDADES	1ª Atividade	2ª Atividade	3ª Atividade	4ª Atividade	5ª Atividade	6ª Atividade
ALUNOS	125	87	37	37	37	37

As atividades desenvolvidas foram:

- A primeira atividade, realizada no ano de 2010 (em uma aula de uma hora e quarenta minutos), buscou levantar as percepções e crenças dos alunos sobre a transferência das indústrias pesadas para países não desenvolvidos. 125 alunos participaram dessa primeira atividade, sendo 87 alunos do 7° ano e 38 alunos do 8° ano, para saber tais percepções, foi utilizada a questão 40161 do PIEARCTS (anexo I).

- A segunda atividade (apêndice I), realizada no ano de 2010 (em três aulas, contendo uma hora e quarenta minutos cada aula), buscou identificar como os alunos percebem o progresso e como este pode trazer benefícios e/ou malefícios para a sociedade. Para tal atividade, utilizaram-se o tema global, poluição, e os conteúdos matemáticos de forma interdisciplinar. Participaram dessa atividade 87 alunos do 7° ano.

- A terceira atividade (anexo II), realizada no ano de 2011 (em duas aulas de quarenta minutos cada e em quatro aulas, contendo uma hora e quarenta minutos cada aula), teve o intuito de oferecer aos alunos a possibilidade de identificar temas ambientais de seu interesse e, posteriormente, aprofundar reflexões e críticas utilizando-se de conteúdos matemáticos. Participaram dessa atividade 37 alunos do 8° ano.

- A quarta atividade, realizada no ano de 2011 (em cinco aulas de uma hora e quarenta minutos cada aula), teve como objetivo a conscientização dos alunos quanto a economia e o não desperdício de energia. Foram feitos modelos matemáticos com contas de luz (reais) de casa dos alunos com o intuito de melhorar o entendimento deles sobre a temática socioambiental, Energia. Essa atividade ocorreu após debates e de uma palestra oferecida pelo Programa FURNAS na escola. Participaram dessa atividade 37 alunos do 8° ano.

- A quinta atividade, realizada no ano de 2011 (em quatro aulas de uma hora e quarenta minutos cada aula), teve o propósito de conscientização dos alunos sobre os benefícios

e os malefícios que a construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte pode acarretar para a sociedade brasileira. Participaram dessa atividade 37 alunos do 8° ano.

- A última atividade, realizada no ano de 2011 (em quatro aulas de uma hora e quarenta minutos cada, além disso, houve a apresentação da peça teatral com duração de trinta minutos), teve como objetivo conhecer a capacidade dos alunos em formular sugestões e a criticidade dos mesmos. Essa atividade aconteceu na culminância do ano letivo da Unidade Escolar. Participaram dessa atividade 37 alunos do 8° ano.

III Pesquisa e Resultados

1ª Atividade (PIEARCTS)

Essa atividade foi realizada no ano de 2010 e aplicada em duas turmas de 7° ano, contendo 87 participantes e em uma turma de 8° ano, contendo 38 participantes, resultando em 125 participantes. Essa atividade foi realizada em uma aula de uma hora e quarenta minutos. A pesquisa buscou conhecer as percepções e crenças desses alunos sobre a transferência da indústria pesada para países não desenvolvidos. Como tratado na questão 40161 do Projeto Ibero-americano de Avaliação de Atitudes Relacionadas com a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade (PIEARCTS), que se reproduziu a seguir.

> Questão 40161: A indústria pesada contaminou enormemente os países industriais. Portanto, é uma decisão responsável transferi-la para os países não desenvolvidos, onde a contaminação ainda não é tão extensa.
>
> A. A indústria pesada deveria ser transferida para os países não desenvolvidos para salvar o nosso país e as suas gerações futuras de contaminação.
>
> B. É difícil de decidir. Transferir a indústria ajudaria os países pobres a prosperar e também, a reduzir a contaminação do nosso país. Mas não temos o direito de contaminar o meio ambiente de outros lugares.
>
> C. A questão não é onde está localizada a indústria pesada. Os efeitos da contaminação são globais sobre a Terra.
>
> A indústria pesada NÃO deveria transferi-se para os países não desenvolvidos:
>
> D. Porque transferir a indústria não é uma forma responsável de se resolver a contaminação. Deveria reduzir-se ou eliminar a contaminação aqui, em vez de criar mais problemas em qualquer outro lugar.
>
> E. Porque esses países tem já suficientes problemas sem considerar o problema da contaminação.
>
> F. Porque a contaminação deveria ser limitada tanto quanto possível. Aumentá-la só criaria mais danos.

Resultados e Considerações

No que se refere aos índices de atitudes por categorias, tem-se as seguintes médias:

- O índice atitudinal médio da questão foi de 0,243.
- O índice atitudinal das respostas adequadas da questão foi de 0,505.
- O índice atitudinal das respostas ingênuas da questão foi de 0,438.

- O índice atitudinal das respostas plausíveis da questão foi de - 0,216.

O gráfico 1 ilustra esses resultados.

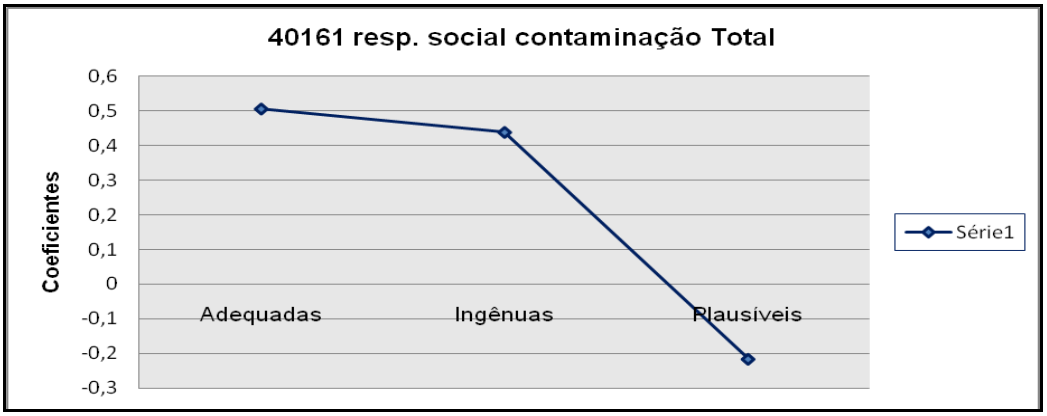


Gráfico III.1: Índices de atitudes por categorias.

Em análise por frases, tem-se que:

63,2% dos alunos não concordam com a afirmação do item A (ingênua). Para a maioria, as indústrias pesadas não deveriam ser transferidas para países não desenvolvidos, pois não resolveria o problema da contaminação e essa transferência não ajudaria a salvar o país já contaminado. Os alunos, então, concordaram com a classificação dada pelos juízes-especialistas, o que torna o índice atitudinal, mais próximo de + 1. O índice atitudinal desse item foi de 0,438.

> *"Nas regiões mais industrializadas, passou-se a constatar uma deterioração na qualidade de vida, o que afeta tanto a saúde física quanto a saúde psicológica das pessoas, especialmente das que habitam as grandes cidades. Por outro lado, os estudos ecológicos começaram a tornar evidente que a destruição e até a simples alteração de um único elemento pode ser nociva e mesmo fatal para todo o ecossistema."* (BRASIL, PCN, 1998, p. 174)

O item B (plausível) obteve o pior índice. Pois, a maioria dos alunos considerou pertinentes as afirmações. 64% concordam com a afirmação do item B e 28% ficaram indecisos. Para a maioria, transferir a indústria pesada ajudaria os países pobres a prosperar. Pois, diminuiria o número de pessoas desempregadas, assim diminuiria a fome, reduziria a miséria, haveria mais recursos para fazer as mudanças necessárias em benefício da sociedade, meios para a melhoria da saúde e da educação daquele povo. O índice atitudinal desse item foi de -0,284.

47,2% dos alunos concordam com a afirmação do item C (adequado) e 38,4% ficaram indecisos. Os alunos que ficaram indecisos consideraram que na resposta do item C, uma parte da afirmação estava correta e outra parte estava incorreta. Argumentam que apesar dos efeitos da contaminação serem globais sobre a Terra, a questão é onde está localizada a indústria pesada. Parece-nos que esses alunos tem uma percepção deturpada sobre a contaminação. O índice atitudinal desse item foi de 0,274.

O item D (adequada) obteve melhor índice. 79,2% dos alunos concordam com a afirmação do item D. A maioria dos participantes da pesquisa achou pertinente a afirmação que não deveria transferir a indústria pesada para países não desenvolvidos e diminuir ou eliminar a contaminação nos países industriais. O índice atitudinal desse item foi de 0,632.

61,6% dos alunos concordam com a afirmação do item E (plausível) e 29,6% ficaram indecisos. A maioria concorda que países não desenvolvidos tem vários problemas e transferir as indústrias pesadas para eles acarretariam mais problemas. O índice atitudinal desse item foi de – 0,148.

Observa-se que no item B a maioria concordou com a afirmativa, declarando que é uma decisão difícil transferir ou não a indústria para países não desenvolvidos. Mas, transferir a indústria ajudaria os países pobres a prosperar e, também, a reduzir a contaminação do nosso país. Mas não temos o direito de contaminar o meio ambiente de outros lugares. Porém, simultaneamente, a maioria concordou com o item E, defendendo que a indústria pesada NÃO deveria transferir-se para os países não desenvolvidos, porque esses países já possuem outros problemas, ou seja, tem-se uma controvérsia ou uma ambivalência nas respostas. O modelo de respostas múltiplas permite tal ambivalência quando o conceito não está completamente assimilado.

75,2% dos alunos concordam com a afirmação do item F (adequada). A maioria acredita que deve limitar a contaminação e aumentá-la só criaria mais danos. A resposta está coerente com o item D, que propõe como solução reduzir ou eliminar a contaminação, ao invés de transferir. Portanto, o importante é a quantidade de lixo produzido e não onde ele está localizado, pois estando acima do nível admissível será prejudicial não só para meio ambiente de um país, mas sim para todo o planeta Terra. O índice atitudinal desse item foi de 0,612. O gráfico 2 ilustra o índice atitudinal de cada item.

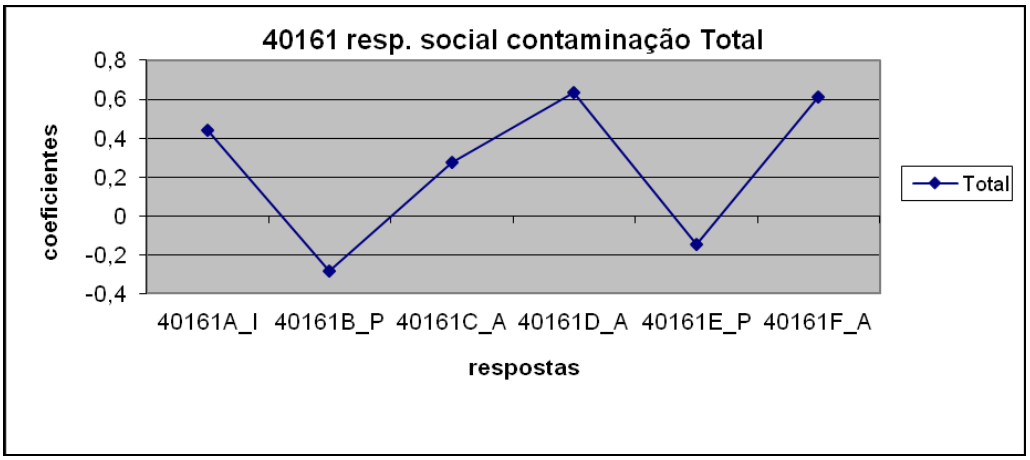


Gráfico III.2: Índices de atitudes por itens.

Fundamentado no padrão de respostas obtido através dos alunos, pode-se inferir que eles não concordam com a transferência da indústria pesada de países desenvolvidos para países não desenvolvidos, assim como compreenderam que não importa o dano que é causado por uma indústria em um lugar específico, pois de uma forma ou de outra uma catástrofe pode alcançar outros países, outros continentes ou até mesmo o planeta todo. A solução ideal seria pensar em como diminuir, acabar com a poluição, ao invés de pensar em para onde levar o problema.

Os participantes tiveram bons índices de acordo com os padrões propostos pelo PIEARCTS para outros níveis de ensino. O fato da questão 40161 como um todo ser bem pontuada, indica que os alunos são bem informados quando o assunto é transferência das indústrias pesadas.

2ª Atividade (Tema global)

Essa atividade (apêndice I) foi realizada no ano de 2010 e aplicada em duas turmas de 7° Ano do Ensino Fundamental, contendo 87 alunos no total. A mesma foi realizada em três aulas, contendo uma hora e quarenta minutos cada aula. Teve o objetivo de identificar como os alunos percebem o progresso e como este pode trazer benefícios e/ou malefícios para a sociedade.

Para isso, foi utilizado o exemplo da China. O uso de uma temática socioambiental do continente asiático teve o objetivo de problematizar um tema global que, de acordo com MERRYFIELD (1991 apud SANTOS E MORTIMER, 2002), não são passíveis de entendimento ou solução adequada somente em contextos local ou nacional. Esses temas são

caracterizados por afetar a vida das pessoas em várias partes do mundo. Nessa atividade utilizou-se o tema global, poluição.

Essa atividade continha dois textos, (1) “Dragão asfixiado: Desastre ecológico é lado ruim do progresso chinês” e (2) “Lixeira asiática: O país mais poluído do mundo começa a se preocupar com o custo econômico da sujeira”, e nove questões relacionando os textos com conteúdos matemáticos.

Segundo MARINHO (2004), não adianta somente falar em despoluir os rios, reciclar o lixo, preservar as espécies de seres vivos ameaçados de extinção ou economizar água. Pois, o aluno tem que perceber soluções para os problemas ambientais em um contexto social, ou seja, encontrar simultaneamente solução para os problemas ambientais e sociais.

Para PINHEIRO (2007), é possível manipular dados e mascarar noticias, de forma a privilegiar o lado escolhido. E a maioria das pessoas não sabe interpretar os dados matemáticos, por esse motivo, elas ficam à “mercê de manipuladores” (p.82). Em vista disso, a educação matemática deve ir além dos cálculos e das fórmulas, de modo a ajudar os alunos a melhor representar a realidade com criticidade, capacitando-os para participar mais e melhor no processo democrático de tomada de decisões e para exercer a plena cidadania.

Portanto, inseriu-se o tema transversal Meio Ambiente por um viés interdisciplinar na aula de matemática. Foram feitos exercícios envolvendo os textos e os conteúdos matemáticos, com o propósito de tornar o processo ensino aprendizagem mais agradável, assim pretendeu-se motivar os alunos a estudar a matéria citada. Acredita-se que a utilização da problemática socioambiental interligado com a Matemática pode aprimorar os conteúdos matemáticos e formar cidadãos mais críticos, mais participativos, mais questionadores, mais conscientes, mais reflexivos e mais capazes de formular alternativas para essa problemática. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN),

> *“(...) a principal função do trabalho com o tema Meio Ambiente é contribuir para a formação de cidadãos conscientes, aptos para decidirem e atuarem na realidade socioambiental de um modo comprometido com a vida, com o bem-estar de cada um e da sociedade, local e global. Para isso é necessário que, mais do que informações e conceitos, a escola se proponha a trabalhar com atitudes, com formação de valores, com o ensino e a aprendizagem de habilidades e procedimentos.” (BRASIL, PCN, 1997, p. 25)*

Resultados e Considerações

Essa foi a primeira atividade que os alunos fizeram utilizando os conteúdos matemáticos e o tema transversal Meio Ambiente. Os educandos, no começo, ficaram surpresos e acharam estranho ter um texto que tratava de um assunto que, na visão deles, não estava relacionado com a matemática. Após lerem os exercícios, eles perceberam que existia ligação entre o texto e os conteúdos matemáticos dados anteriormente em aula. Como se constata em uma das falas de um aluno,

> *"Professora, vai dar um texto para a gente ler? Hoje não vai dar aula de matemática não? Hoje vai ser aula de português? (...) Agora entendi, tem exercícios de matemática atrás, que tem a ver com o texto." (ESTUDANTE 10)*

Após a leitura dos textos, expuseram-se os malefícios e os benefícios do progresso, e ocorreu uma discussão sobre os mesmos. Com essa estratégia, buscou-se que os alunos desenvolvessem competências, habilidades, aprimorassem e construíssem novos conhecimentos, criticidade, atitudes para supostas soluções para os problemas socioambientais e tornassem comprometidos com as questões socioambientais. Pode-se inferir que os alunos se tornaram mais críticos, mais participativos, aprimoraram os conteúdos matemáticos: razão, densidade demográfica e porcentagem e construíram novos conhecimentos a partir dessa atividade.

Como se pode constatar em algumas falas dos estudantes,

> *"(...) ter fábricas na China, ao mesmo tempo é bom e ruim. Porque, se tirar quase todas as fábricas de lá, vai ter muita gente desempregada, assim essas pessoas e as famílias delas irão passar fome. As fábricas deveriam implantar novas tecnologias, menos poluidoras, assim não teria a necessidade de fechar as fábricas e não aumentaria o desemprego." (ESTUDANTE 12)*

> *"Assim, fica muito mais fácil aprender matemática. Antes eu não tinha entendido direito o que era razão, densidade demográfica, não sabia passar um número fracionário para porcentagem, agora eu sei. A gente vendo que a Matemática tem relação com o mundo real, fica fácil. (...) Eu não sabia que na China, morriam tantas pessoas por causa da poluição, que tem tantas espécies ameaçadas de extinção." (ESTUDANTE 36)*

O ensino de matemática juntamente com a educação ambiental e com o enfoque CTS, possibilita o aprendizado de conteúdos matemáticos interligados aos de outras ciências, utilizando-o de modo interdisciplinar, proporcionando aos alunos uma aprendizagem mais significativa e motivadora, fazendo com que os alunos desenvolvam competências e habilidades.

3ª Atividade (MUDANÇAS CLIMÁTICAS)

Essa atividade foi realizada no ano de 2011 e aplicada em uma turma de 8° ano do Ensino Fundamental, totalizando 37 alunos. Teve o objetivo de oferecer aos alunos a possibilidade de identificar temas socioambientais de seu interesse e, posteriormente, aprofundar reflexões e críticas utilizando-se de conteúdos matemáticos. A mesma envolveu dois momentos: (1) escolha do tema e do texto (anexo II) e (2) contextualização.

No primeiro momento a professora-pesquisadora propôs aos alunos que escolhessem um tema socioambiental para ser debatido nas aulas seguintes. Eles optaram pelo tema Mudanças Climáticas devido às altas temperaturas nos meses de fevereiro e de março do mesmo ano, e também devido ao calor experimentado em sua sala de aula. Essa parte da atividade foi realizada em uma aula de cinquenta minutos. Após a escolha, os educandos pesquisaram sobre essa temática socioambiental em livros, revistas, jornais, internet, etc.

Nas três aulas seguintes, com duração de uma e quarenta minutos cada, os alunos levaram livros que continham a temática ambiental, recortes de revistas, de jornais e páginas de internet impressas, discutiram-se algumas questões socioambientais como: As mudanças climáticas; O lixo; A reciclagem; A poluição do ar; O dia mundial sem carro; O Protocolo de Kyoto; A elevação do nível do mar; O derretimento das geleiras; O desastre ocorrido na região serrana do Rio de janeiro em janeiro de 2011; Os terremotos e tsunami ocorridos no Japão em março do ano passado; A biodiversidade ameaçada; As atitudes das pessoas; As modificações que a sociedade pode fazer para mudar esse quadro de degradação do meio ambiente; A proibição de sacolas plásticas nos supermercados; As mudanças nas leis ambientais.

Após a leitura e a discussão de todos os textos, eles escolheram somente um. Definiu-se o texto que relatava sobre os efeitos negativos das mudanças climáticas na região metropolitana do Estado do Rio de Janeiro. Segundo os PCN (1997), é importante que o professor trabalhe com o objetivo de desenvolver, nos alunos, uma postura crítica diante da realidade, de informações e valores veiculados pela mídia e daqueles trazidos de casa.

O intuito da pesquisa ao abordar uma questão socioambiental e um texto específico escolhido pelos alunos é o de promover um maior interesse pela temática socioambiental, motivando-os a sugerir, a opinar, a questionar, a participar, a aprimorar e a construir conhecimentos para possíveis tomadas de decisões. Assim, estariam despertando para a cidadania.

O segundo momento: a partir da escolha do texto de estudo, foi feita a contextualização do tema.

Na terceira aula, o texto escolhido pelos alunos foi utilizado pela professora-pesquisadora, para introduzir, de modo contextualizado, os conteúdos matemáticos pertinentes às aulas ministradas anteriormente. Essa parte da atividade foi realizada pela professora-pesquisadora em seu horário complementar.

Na quarta aula, foi entregue aos alunos o trabalho que continha o texto escolhido por eles e as questões referentes aos conteúdos matemáticos, essa parte da atividade foi realizada em uma aula de uma hora e quarenta minutos. O intuito desta aula foi a introdução de conteúdos matemáticos contextualizados, os quais são fatores facilitadores e motivadores para os alunos, estimulando-os assim a perceber que a matemática não é representada somente por números, regras e fórmulas. Segundo PINHEIRO (2005, p. 14), a matemática está

> "*(...) longe de ser apenas uma ferramenta que auxilia as demais ciências ou um amontoado de fórmulas e regras, as quais devem ser dominadas pelo estudante para ter sucesso profissionalmente. A matemática se constitui em conhecimento que pode nos auxiliar na compreensão do desenvolvimento da ciência e da tecnologia, sendo, muitas vezes, a balizadora e responsável pelas tomadas de decisões em torno de vários fenômenos científico-tecnológicos."*

Alguns conteúdos matemáticos foram aprimorados como a leitura e interpretação de gráficos, a porcentagem, a regra de três simples, a notação científica, as propriedades da potenciação.

Na quinta aula, os alunos puderam se autoavaliar, e escreveram o que aprenderam, as dificuldades e os assuntos que julgavam mais importantes, essa parte da atividade foi realizada em uma aula de uma hora e quarenta minutos.

Resultados e Considerações

Em um primeiro momento, os alunos não compreenderam os motivos pelos quais a professora-pesquisadora de matemática pediu para eles escolherem um tema relacionado ao meio ambiente, visto que eles não estão acostumados a terem aulas de forma interdisciplinar, com temas transversais. Apesar de receosos, os alunos aceitaram escolher um tema. Motivados pelas altas temperaturas nos meses de fevereiro e março de 2011 e também devido ao calor experimentado em sala de aula, escolheram o tema Mudanças Climáticas.

A seguir, os depoimentos, ilustram a afirmativa:

> *“Professora, por que está pedindo para a gente escolher um tema sobre meio ambiente? Não vai mais dar aula de matemática, agora vai dar aula de ciências? Agora a gente não vai precisar fazer contas? Nós não vamos ter que gravar as formas geométricas?” (ESTUDANTE 1)*

> *“(...) agora ela vai dar aula de ciências. Tudo bem, a gente escolhe um tema. Pessoal, vamos escolher um. Pessoal a gente tem que pensar direito no tema! Tem que ser um tema legal, a gente podia escolher o lixo, já viram como ali no Rio das Pedras é sujo?” (ESTUDANTE 2)*

Na aula seguinte, após o debate de alguns textos, os educandos puderam entender melhor a proposta da pesquisa, compreenderam que desastres e catástrofes ecológicas podem ser intensificados pela humanidade e que as mudanças e atitudes devem ocorrer para que as consequências não sejam desastrosas. Portanto, existe uma inter-relação entre o meio ambiente e os seres humanos.

A seguir, um depoimento, ilustra a afirmativa:

> *“Professora! Agora estou entendendo, a senhora quer juntar a matemática, o meio ambiente, as nossas opiniões e sugestões de mudanças para melhorar o meio ambiente onde vivemos e a qualidade de vida. A comunidade onde eu moro está muito suja. O povo poderia melhorar o lugar onde a gente vive. O caminhão de lixo passa e logo depois está cheio de lixo.” (ESTUDANTE 2)*

Verificou-se maior interação dos educandos no decorrer das aulas, além de debates intensos sobre os textos levados para a classe. Foi observado também maior participação, além da motivação ao defenderem seu ponto de vista. Ao final do debate dos textos apresentados, os alunos escolheram um texto sobre os efeitos negativos das mudanças climáticas na região metropolitana do Estado do Rio de Janeiro, em virtude de residirem na região ao qual o texto refere-se.

A seguir, uma das falas de um estudante “(...) não sabia que a água do mar poderia chegar até a minha casa, o que a gente pode fazer para ela não chegar? Quero fazer o trabalho sobre esse texto.” (*ESTUDANTE 30).* Com isso, pode-se inferir que a temática despertou-se a curiosidade dos alunos para possíveis soluções para o problema, trata-se de uma educação que visa não só a utilização racional dos recursos naturais (para ficar só nesse exemplo), mas basicamente a participação dos cidadãos nas discussões e decisões sobre a questão ambiental (REIGOTA, 2010).

Pode-se constatar que houve maior interação entre os estudantes, a maioria dos educandos sugeriram soluções para os problemas envolvendo sociedade e meio ambiente,

comprovaram que a matemática não está dissociada de outras ciências e que essa não é somente cálculos, contas, números e fórmulas.

A seguir, os depoimentos que ilustram a afirmativa:

> *"Antes eu não gostava muito de matemática porque só tinha contas, geometria e essas coisas. Agora eu gosto porque pode juntar ciências, que é a matéria que mais gosto, com matemática, isso é muito legal, é uma coisa nova. Todos os professores deveriam juntar matérias. Assim a escola seria muito melhor, estudar desse jeito é muito mais fácil." (ESTUDANTE 3)*

> *"Eu não sabia que com as mudanças climáticas o lugar onde eu moro poderá ser inundado com a água do mar. A gente tem que tomar atitudes para que isso não aconteça, por exemplo: temos que votar em políticos que estão preocupados com a população e com o planeta Terra, que não sejam corruptos, pois eles tem que melhorar os meios de transporte assim diminuiria o número de carros na rua e assim diminuiria, ou pelo menos não iria aumentar a poluição do ar." (ESTUDANTE 4)*

> *"Hoje a gente vê que matemática não é só conta e mais conta, que se a gente souber ler os dados de maneira correta, a gente pode dar opiniões e mudar o futuro da onde a gente mora, da nossa cidade e até do mundo." (ESTUDANTE 5)*

Pode-se inferir que os educandos ficaram mais interessados em estudar os conteúdos matemáticos, após a contextualização, aprimoraram e construam novos conhecimentos, tais como: porcentagem, regra de três, leitura e interpretação dos gráficos, notação científica, propriedades da potenciação, pois houve compreensão de que a matemática não está separada das outras ciências, portanto a matemática não se resume a números, fórmulas e regras. Além disso, constatou-se uma maior capacidade de formular sugestões e possíveis soluções para as temáticas discutidas através da linha da interdisciplinaridade.

Segundo o ponto de vista da professora-pesquisadora, a educação ambiental, o enfoque CTSA inter-relacionado ao ensino de matemática, possibilita aos estudantes uma aprendizagem motivadora e significativa, onde história, física, geografia, ciências biológicas, química, etc. podem ser interligados ao aprendizado de conteúdos matemáticos. Desta forma percebe-se a interdisciplinaridade, a possibilidade de uma visão crítica e consciente, formando assim cidadãos comprometidos com as questões ambientais. Conclui-se que a criticidade dos alunos foi despertada através dessa estratégia de ensino.

4ª Atividade (Economia e desperdício de energia)

Essa atividade foi realizada no ano de 2011 e aplicada em uma turma de 8° ano do Ensino Fundamental, totalizando 37 alunos. A mesma foi realizada em cinco aulas de uma hora

e quarenta minutos cada. Teve como objetivo a conscientização dos alunos quanto a economia e o não desperdício de energia.

A atividade buscou propor modelos matemáticos com contas de luz (reais) de casa dos alunos com o intuito de melhorar o entendimento dos educandos sobre a temática socioambiental, Energia. Para isso, a professora-pesquisadora debateu sobre a temática energia em duas aulas e para corroborar com esse debate, a mesma convidou o Programa FURNAS na escola para ministrar uma palestra sobre as fontes, geração, transmissão e distribuição de energia, essa palestra foi realizada em uma aula de uma hora e quarenta minutos. Essa palestra foi composta por apresentação de vídeos e atividades lúdicas, nos quais se desenvolveu o tema Conservação de Energia, com ênfase no combate ao desperdício.

Segundo HOFSTEIN, AIKENNHEAD e RIQUARTS (1988 apud SANTOS e MORTIMER, 2002), palestras, sessões de discussões, solução de problemas são estratégias utilizadas em CTS. Essas estratégias contribuem para que os alunos desenvolvam habilidades e atitudes importantes para a tomada de decisões.

Esse tema faz parte da realidade e do cotidiano dos alunos, pois muitos moram em locais com pouca infraestrutura e devido a esses locais terem postes de iluminação com muitas ligações clandestinas, varias vezes ocorreram curtos circuitos, deixando as casas sem energia e até mesmo incendiando as casas.

> *“Ao trabalhar com situações reais, os alunos manipulam dados reais, havendo necessidade de coletar informações e interpretá-las. Como consequência, os alunos caminham para a construção do conhecimento, para o pensamento crítico e reflexivo.” (LEITE, FERREIRA e SCRICH, 2009, p.130)*

Na aula seguinte ao dia da palestra e dos debates, treze alunos levaram as contas de luz de suas casas. A turma foi separada em grupos e alguns grupos calcularam quanto poderiam economizar se deixassem a televisão desligada quando não estivessem assistindo, se diminuíssem o tempo no banho com o chuveiro elétrico ligado, se juntassem as roupas para passar uma só vez, se evitassem abrir a geladeira a todo instante, se reduzissem o tempo do ar condicionado ligado, se substituíssem o ar condicionado pelo ventilador e outras tantas situações para economizar energia, logo, reduzindo o valor da conta de luz. Outros grupos calcularam o valor da conta caso utilizassem por mais horas o ar condicionado, se usassem por mais tempo os eletrodomésticos, se deixassem alguma lâmpada acesa o dia inteiro, se

aumentassem o tempo no banho com chuveiro elétrico ligado, ou seja, aumentando o valor da conta de luz.

Portanto, a partir dos conhecimentos aprimorados e construídos pelos alunos nos debates e na palestra, os grupos fizeram modelos matemáticos com as contas de luz (reais). Com o objetivo de saber quanto poderiam economizar e quanto gastariam a mais se utilizassem mais energia.

De acordo SKOVSMOSE (2001), os modelos matemáticos não envolvem puramente o conhecimento matemático. Ou seja, Os modelos matemáticos possibilitam a aprendizagem dos conteúdos matemáticos conectados com outras ciências. Corroborando com isso, OLIVEIRA e BARBOSA (2011), afirmam que o uso de modelos matemáticos possibilita aos alunos a compreensão dos problemas provenientes do cotidiano e das diversas áreas do conhecimento.

Após essa aula, os grupos confeccionaram cartazes sobre a temática e colaram em outras salas para informar aos outros alunos da Unidade Escolar sobre a importância e de quais maneiras se podem economizar energia, assim preservando e conservando o meio ambiente em que se vive.

Resultados e Considerações

Notou-se que os alunos tiveram interesse pela temática socioambiental, Energia. Muitos educandos não sabiam que as ligações clandestinas nos postes de energia influenciam no valor da conta dos cidadãos que pagam energia e consequentemente na economia daquele Estado.

Alguns alunos relataram que suas residências possuem ligações clandestinas de energia e que utilizavam ar condicionado muitas horas por dia, até mesmo em dias mais frios, pois não pagam conta de luz.

Nessa atividade, os modelos matemáticos contribuíram para os alunos entenderem como se pode economizar e gastar mais energia, portanto, como se pode economizar e gastar mais na conta de luz. Os debates e a palestra ajudaram os alunos a participarem mais, a questionarem mais, a ter mais criticidade, mais capazes de sugerirem possíveis soluções para os problemas que envolvem essa temática.

Todos os alunos participaram do trabalho, mesmo os alunos que relataram que tem ligações clandestinas de energia em suas residências. Estes se disseram surpresos com o valor da conta caso tivessem que pagar a conta de luz. Como se constatou na fala de um dos alunos,

> *"Nossa professora! O tempo que o ar condicionado lá de casa fica ligado, o meu pai gastaria todo o salário dele só para pagar a conta de luz. O ar condicionado "puxa muita luz", por isso que perto da minha casa vive faltando luz, lá tem muito "gato"." (ESTUDANTE 23)*

Os alunos participaram, debateram, questionaram sobre as tecnologias utilizadas para a transformação dos recursos naturais em energia, deram sugestões, como pode se perceber em uma das falas de um aluno,

> *"(...) por que não se utiliza tanto a energia solar aqui no Brasil, se podem colocar as placas em cima de prédios, casas, escolas e outros tantos locais? É uma fonte de energia limpa, que não precisa desmatar e não precisa fazer mais hidrelétricas, é melhor para o meio ambiente. Por que não se utiliza tanto? O melhor seria usar energia solar, assim não teriam que desmatar para construir uma nova hidrelétrica, preservariam muitas espécies." (ESTUDANTE 8)*

Os alunos identificaram que a utilização de modelos matemáticos ajuda na tomada de decisões, pois após os cálculos feitos, eles puderam constatar que, se gastassem mais energia, consequentemente, gastariam mais dinheiro com a conta de luz.

Pode-se inferir que os alunos construíram uma visão mais crítica quando o assunto é economia e desperdício de energia, até mesmo das fontes, da geração e da transmissão de energia. Os educandos afirmaram que a solução ideal seria pensar em como diminuir e não desperdiçar energia, resultando na preservação e conservação do meio ambiente, em mais capital para os cidadãos gastarem a favor da saúde, da educação, da segurança, dos transportes para a sociedade, do bem estar.

Com a atitude dos alunos de confeccionarem e colarem cartazes em outras salas de aula, para informar aos outros estudantes da Unidade Escolar sobre a importância da economia e do não desperdício de energia, assim expuseram e divulgaram alguns conhecimentos aprimorados e construídos expostos nos cartazes.

5ª Atividade (Usina Hidrelétrica de Belo Monte)

Essa atividade foi realizada no ano de 2011 e aplicada em uma turma de 8° ano do Ensino Fundamental, totalizando 37 alunos. A mesma foi realizada em quatro aulas de uma

hora e quarenta minutos cada. Teve o propósito de conscientização dos alunos sobre os benefícios e os malefícios que a construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte pode acarretar para a sociedade brasileira.

A mesma foi uma simulação de uma controvérsia controlada CTS, pois não havia o devido tempo hábil para se fazer tal controvérsia nas diversas etapas propostas. Segundo GORDILLO e OSÓRIO (2003 apud CHRISPINO, 2009, p. 206),

> *"As simulações CTS pretendem ser uma alternativa educativa para propiciar a aprendizagem social da participação nas controvérsias tecnocientíficas. Daí que seu principal significado não está na veracidade última de suas propostas, mas, sim, em sua verossimilhança e relevância social e educativa."*

Essa atividade foi realizada em dois momentos: (1) pesquisa dos alunos sobre a temática socioambiental, construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte e (2) a divisão da turma em dois grupos e a discussão sobre o tema proposto.

No primeiro momento, uma aula de uma hora e quarenta minutos, os alunos pesquisaram na internet, no laboratório de informática, as vantagens e desvantagens da construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, eles fizeram anotações que achavam necessárias e imprimiram alguns artigos de sites que tratavam da temática proposta pela professora-pesquisadora, ou seja, eles são partes integrantes da construção do conhecimento.

No segundo momento, duas aulas de uma hora e quarenta minutos cada, a turma foi dividida (aleatoriamente) em dois grupos, um grupo (G1) que iria expor as suas ideias defendendo a construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte e outro grupo (G2) que iria expor as suas opiniões contra a construção da mesma.

O G1 apresentou algumas vantagens para a construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, como por exemplo: melhoria das condições de vida das famílias que residem em palafitas, pois serão transferidas para casas de alvenarias, com infraestrutura; A obra não terá impacto direto sobre terras indígenas; Deslocamento de alguns moradores ligados à agricultura que vivem em situação precária; Serão indenizados todos os moradores que residem nas áreas que a usina utilizará; Crescimento econômico para a região e para o país; Redução do desemprego e oportunidade de emprego; Geração de mais energia.

O G2 expos algumas desvantagens para a construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, como: a região pleiteada pela obra apresenta incrível biodiversidade de fauna e flora, ou seja, com a construção diminuirá ou até mesmo acabará com a biodiversidade nessa

região; Várias espécies de peixes, de répteis, de aves e de mamíferos, algumas espécies endêmicas (aquelas que só ocorrem na região) ficarão ameaçadas de extinção; A bacia do Xingu apresenta significante riqueza de biodiversidade de peixes; Questões culturais e impactos da obra sobre as populações indígenas; As indenizações não irão suprir as necessidades dos moradores da região; Desaparecerão as casas, as vilas da região, restarão somente as recordações nas memórias das pessoas que moravam por onde as águas passarão.

Após serem expostas as vantagens e desvantagens da construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, os grupos G1 e G2 debateram sobre os malefícios e benefícios dessa construção para a sociedade.

A capacidade do aluno de construção do conhecimento, das habilidades e dos valores necessários para a tomada de decisão sobre as questões que envolvem a Ciência e a Tecnologia e seus reflexos na sociedade, são alguns dos objetivos do enfoque CTS (SANTOS E MORTIMER, 2002), nesse contexto foi o que se buscou nessa quinta atividade.

Na aula seguinte ao debate, os alunos puderam se autoavaliar, escreveram os assuntos que consideraram mais importantes, o que aprenderam, quais as dificuldades encontradas e quais as superadas e deram sugestões para a próxima atividade.

Resultados e Considerações

Com a simulação de uma controvérsia controlada, os alunos ficaram mais motivados a pesquisarem o tema socioambiental proposto pela professora-pesquisadora, verificou-se que houve mais interação entre os alunos, mais participação, mais questionamentos, mais argumentações, deram mais opiniões e forneceram possíveis soluções para os problemas que foram surgindo durante o debate.

Constatou-se que os alunos tanto do G1 quanto do G2, identificaram que os avanços da ciência e da tecnologia influenciam na sociedade como um todo e não localmente e que esses avanços podem trazer benefícios e/ou malefícios para a mesma, podendo ser a curto, médio ou longo prazo. Que é difícil tomar decisões, mas é necessário refletir e dialogar sobre os problemas socioambientais, para se ter uma sociedade mais democrática, justa e igualitária.

A seguir, um depoimento, ilustra a afirmativa:

> *"A construção da Hidrelétrica Belo Monte vai ser bom para gerar mais energia para o país que está crescendo cada vez mais, para não ter apagões, para podermos dormir no fresquinho. Mas, coitadas das pessoas que moram por onde as águas vão passar, só vai sobrar lembrança. Porque elas não irão poder voltar na casa onde moravam. Se em vez de construir uma hidrelétrica, colocassem placas de energia solar, seria muito melhor. O governo não gastaria tanto dinheiro, não teria que indenizar as pessoas que terão que se mudar, não teria desmatamento, algumas espécies de animais não estariam ameaçadas. A energia solar, seria bem melhor." (ESTUDANTE 16)*

Pode-se inferir que os alunos aprimoraram e construíram conhecimentos, uma vez que, participaram de todo o processo de construção da problemática proposta. Eles pesquisaram sobre o tema socioambiental, debateram e discutiram sobre o ponto de vista que estavam defendendo. O G1 questionou o G2 e deram argumentos para discordarem do G2, assim como, o G2 questionou o G1 e deram argumentos para discordarem do G1. Entretanto, ao final chegaram ao consenso que é difícil tomar uma decisão em relação à construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, pois a mesma afeta a sociedade como um todo, podendo trazer benefícios e/ou malefícios para a mesma.

6ª Atividade (Peça: Vamos preservar o meio ambiente)

Essa atividade foi realizada no ano de 2011, com uma turma de 8° ano do Ensino Fundamental, totalizando 37 alunos. A mesma foi realizada em quatro aulas de uma hora e quarenta minutos cada, além disso, houve a apresentação da peça teatral com duração de trinta minutos. Teve como objetivo conhecer a capacidade dos alunos em formular sugestões e a criticidade dos mesmos.

No final do ano letivo, cada professor da Unidade Escolar (UE) fica responsável por uma turma, esse propõem aos alunos alguma atividade para ser apresentada aos outros alunos, aos professores e aos funcionários da UE. A professora-pesquisadora ficou responsável pela turma que havia feito as cinco atividades anteriores. Por esse motivo, ela propôs aos alunos que eles escolhessem o que iriam fazer na culminância de encerramento do ano letivo da UE, que poderia ser uma mostra de vídeos e/ou de fotografias e/ou de cartazes, uma gincana, uma peça de teatro, uma música e/ou uma dança que fosse pertinente com o tema escolhido. Com essa atitude a professora-pesquisadora buscou que os alunos participassem da escolha democrática do tema e da atividade que iriam fazer. Essa primeira parte da atividade foi realizada em uma aula de uma hora e quarenta minutos.

Os alunos resolveram que iriam apresentar uma peça de teatro sobre temas socioambientais na culminância de encerramento do ano letivo da UE, pois eles gostariam de

informar aos outros alunos da UE quais são as fontes de energia, como economizar e não desperdiçar a mesma, que evitem jogar materiais não degradáveis (plástico, vidro e outros) no ambiente, como diminuir a poluição, como reaproveitar a água da chuva, como não contribuir para o desmatamento, como o avanço da ciência e da tecnologia pode acarretar benefícios e/ou malefícios para à sociedade e ao meio ambiente, ou seja, mostrar aos outros alunos sobre a importância da preservação e da conservação do meio ambiente.

Os alunos escreveram o texto e fizeram o roteiro da peça de teatro com criticidade. Essa parte da atividade foi realizada em três aulas de uma hora e quarenta minutos cada. Eles apresentaram uma peça teatral para os alunos, os professores e os outros funcionários da escola na culminância do ano letivo da Unidade Escolar.

Resultados e Considerações

Notou-se uma maior capacidade dos alunos de formularem sugestões para a escolha da atividade que iriam mostrar às outras pessoas da UE e do tema da mesma. Observou-se que os alunos tiveram interesse pelas temáticas socioambientais, motivando-os a escreverem com criticidade o texto e o roteiro da peça, a participarem do processo de construção e da apresentação da mesma. Sendo assim, os educandos participaram do processo democrático de escolha da atividade para a culminância de encerramento do ano letivo da UE e do tema, e exerceram a plena cidadania. Pode-se inferir que eles mostraram os seus conhecimentos aprimorados e construídos nas cinco atividades anteriores.

A seguir, alguns depoimentos ilustram a afirmativa:

> *"Professora, foi ótimo ter contribuído para a construção da peça. Adorei ter atuado e informado as outras turmas da importância da preservação e conservação do meio ambiente. Foi muito bom! Ano que vem você vai ser a nossa professora? Quero mais..." (ESTUDANTE 36)*

> *"No ano que vem, quero participar mais uma vez da "festa" do fim de ano. Quero ajudar a escrever outra peça. Vou começar a procurar um tema desde o 1° bimestre. É muito bom mostrar o que aprendi para as outras turmas. E eu acho que eles gostaram bastante, porque eles aplaudiram tanto. Estou feliz! E ano que vem tem mais!" (ESTUDANTE 9)*

As cinco atividades anteriores a esta, ajudaram nas atitudes dos alunos em opinar e em sugerir o tema de seus interesses, em escrever com criticidade o texto e o roteiro da peça sobre as consequências do avanço da ciência e da tecnologia em relação à sociedade e ao meio ambiente e quais atitudes o ser humano deve ter para amenizar essas consequências. Portanto, infere-se que os educandos apresentaram e melhoraram as competências e as

habilidades, aumentaram a criticidade, participaram do processo democrático de escolha do tema e da atividade para a culminância de encerramento do ano letivo da UE. Ou seja, os alunos se tornaram mais participativos, mais críticos, mais questionadores, mais autônomos.

Conclusões

A presente pesquisa buscou conhecer como temas socioambientais podem contribuir para a aprendizagem de Matemática? Esta questão foi levantada pela professora-pesquisadora, que ciente das competências e das habilidades que devem ser apresentadas pelos alunos, buscou incorporar à sua prática escolar atividades que ajudassem os alunos a terem uma visão de não neutralidade de Matemática e que não se restringissem a transmissão clássica de conteúdos durante as atividades propostas. Para tal intento, utilizou-se o enfoque CTS, a educação matemática crítica e a educação ambiental por um viés interdisciplinar, desenvolvendo estratégias que buscassem responder à questão levantada.

A professora-pesquisadora, através das atividades propostas nessa pesquisa, da relação direta com os sujeitos envolvidos e das observações realizadas nas diferentes atividades, constatou que algumas considerações merecem ser referenciadas, como:

- Observou-se que os alunos, nas primeiras atividades ficaram surpresos e acharam estranho utilizar textos e temáticas socioambientais nas aulas de matemática. Eles não estavam acostumados a terem aulas de forma interdisciplinar, com temas transversais;
- Notou-se que a maioria dos alunos, desenvolveu as atividades com maior envolvimento e motivação que nas aulas expositivas de Matemática. A mudança na rotina didática de sala de aula pode ser um dos motivos para esse envolvimento;
- Constatou-se que alguns alunos, considerados indisciplinados, se empenharam em realizar as atividades propostas pela professora-pesquisadora;
- Verificou-se que os alunos no desenvolvimento das atividades revisaram, aprimoraram, aplicaram e construíram conhecimentos, na medida em que estes se mostraram necessários;
- O vínculo existente entre a professora-pesquisadora e os alunos foi estreitado durante a pesquisa, pois possibilitou momentos de socialização, de diálogos frequentes, de maior interação entre as partes;
- Os conteúdos matemáticos contextualizados podem auxiliar e motivar os alunos, estimulando-os assim a entender que a matemática não é representada somente por números, regras e fórmulas;

- A interdisciplinaridade esteve presente ao longo do desenvolvimento da pesquisa, pois a problemática socioambiental não está relacionada em uma disciplina estanque.

A professora-pesquisadora, através dos dados coletados, embasada nos pressupostos teóricos, na relação direta com os sujeitos envolvidos na investigação e das observações realizadas nas diferentes etapas da pesquisa, constatou que os objetivos traçados no início do desenvolvimento da pesquisa foram alcançados.

- A proposta de modelos matemáticos, como contas de luz reais de casa dos alunos, fez com que eles compreendessem a importância da economia e não desperdício de energia, tornando-os mais conscientes sobre essa temática socioambiental;

- Os alunos identificaram que os avanços científicos e tecnológicos influenciam na sociedade como um todo e não localmente, que esses avanços podem trazer benefícios e/ou malefícios para a mesma, podendo ser a curto, médio ou longo prazo, ou seja, eles aumentaram a criticidade em relação ao avanço da ciência e da tecnologia;

- Os educandos constataram que é difícil tomar decisões em relação às temáticas socioambientais, mas é importante e necessário refletir, dialogar e ter mais acesso as informações sobre os problemas socioambientais para se ter uma sociedade mais democrática, justa e igualitária;

- Alguns alunos relataram que sabiam a importância de mudar certas atitudes para contribuir com o meio ambiente. Porém, só quando os mesmos pesquisaram, debateram e discutiram as temáticas socioambientais é que incorporaram essas mudanças às suas rotinas, mostrando que o conhecimento, para ter um significado maior, deve estar contextualizado, vivenciado pelo aluno;

- Os alunos relataram que fizeram algumas mudanças em suas práticas diárias, devido ao estudo sobre as temáticas socioambientais, como por exemplo, diminuir o tempo do banho, escovar os dentes com a torneira fechada, diminuir o desperdício de papel, economizar energia, separar o lixo reciclável do orgânico, informar aos amigos e aos conhecidos sobre a importância desses temas para que mudem de atitudes;

- Pode-se inferir que os educandos ficaram mais interessados em estudar os conteúdos matemáticos, após a contextualização. Eles se tornaram mais críticos, mais participativos, aprimoraram os conteúdos matemáticos, como por exemplo, razão, densidade demográfica, leitura e interpretação de gráficos, porcentagem, regra de três

simples, notação científica e propriedades da potenciação, e construíram novos conhecimentos a partir das atividades propostas;

- Os alunos compreenderam que a matemática não está separada das outras ciências, portanto a matemática não se resume a números, fórmulas e regras. Além disso, constatou-se uma maior capacidade de formular sugestões e possíveis soluções para as temáticas discutidas através da linha da interdisciplinaridade;

- Os educandos compreenderam que desastres ambientais podem ser intensificados pelo ser humano, que as mudanças e atitudes devem ocorrer para que as consequências não sejam catastróficas e que existe inter-relação entre o meio ambiente e os seres humanos;

- Constatou-se que no decorrer das atividades propostas, a participação, a interação, os questionamentos, a criticidade dos alunos aumentavam. Portanto, infere-se que os educandos melhoraram a capacidade de formular possíveis soluções para a problemática socioambiental;

- Verificou-se que as notas bimestrais em Matemática, da maioria dos alunos melhoraram. A média do 4° bimestre aumentou em 0,8 pontos em relação a do 1° bimestre. Comparando as médias, alguns alunos melhoraram em até 1,5 pontos. A mudança na rotina didática de sala de aula pode ser um dos motivos para essa melhora.

Esta pesquisa buscou apresentar o ensino de matemática juntamente com o enfoque CTS e com a educação ambiental, possibilitando o aprendizado de conteúdos matemáticos interligados aos de outras ciências, utilizando-o de modo interdisciplinar, proporcionando aos alunos uma aprendizagem mais significativa e motivadora. Com o intuito de aumentar a criticidade dos alunos, que eles apresentassem competências e habilidades, tornassem cidadãos mais questionadores, mais participativos, mais autônomos, mais conscientes, mais reflexivos, mais comprometidos com as questões socioambientais, mais capazes para formular possíveis soluções para problemas socioambientais.

Em síntese, foi possível alcançar os objetivos a partir das seis atividades aplicadas aos sujeitos envolvidos na pesquisa, com a introdução de alguns conteúdos matemáticos de modo contextualizados, utilizando-se o enfoque CTS, a educação matemática crítica e a educação ambiental.

Referências

ACEVEDO-DÍAZ, J. A. "Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadania". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, v. 1, n. 1, pp. 3-16, 2004.

AIKENHEAD, G. S.; RYAN, A. G.; FLEMING, R. W. *Views on Science-Technology Society©,* Department of Curriculum Studies, College of Education, 1989.

AIKENHEAD, G. S.; RYAN, A. G. "The development of a new instrument: “Views on science-technology-society” (VOSTS)". *Science Education*, v. 76, n. 5, pp. 477-491, 1992.

AMARAL, C. L. C.; XAVIER, E. S.; MACIEL, M. D., "Abordagem das relações ciência/tecnologia/sociedade nos conteúdos de funções orgânicas em livros didáticos de química do ensino médio". *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 14, n. 1, pp. 101-114, 2009.

AMARAL, I. A.; MEGID, J. N.; FRACALANZA, H.; AMORIM, A. C. R.; SERRÃO, S. M. Avaliando livros didáticos de Ciências. Análise de coleções didáticas de Ciências de 5ª a 8ª séries do Ensino Fundamental. In: FRACALANZA, H; MEGID, J.N. (orgs.). *O Livro Didático de Ciências no Brasil*, Campinas: Komedi., pp.199-214, 2006.

ANJOS, M. B. *Sociedade e meio ambiente*. São Paulo: Libra Três, 2008.

AULER, D.; BAZZO, W. A. "Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro". *Ciência & Educação*, v.7, n.1, p.1-13, 2001.

AULER, D. Movimento Ciência – Tecnologia - Sociedade (CTS): modalidades, problemas e perspectivas em sua Implementação no ensino de física. In: *Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, Resumo, n. 6, Florianópolis, 1998.

AULER, D. *Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de ciências.* 2002. 258 f. Dissertação (Doutorado) - Departamento de Faculdade de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. "Educação CTS: articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e referenciais ligados ao movimento CTS". *Les relaciones CTS en la Educación Científica*, 2006.

BAZZO, W. A. *Ciência, Tecnologia e Sociedade: e o contexto da educação tecnológica.* Florianópolis: EDUFSC, 1998.

BAZZO, W. A.; LINSINGEN, I. V.; PEREIRA, L. T. V. "Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)". *Cadernos de Ibero América*. OEI-Organização dos estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura. Espanha: Madrid, 2003.

BAZZO, W. A.; PEREIRA, T. do V., CTS na Educação em Engenharia. In: *Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia*, 2009, Recife. COBENGE. Pernambuco: ABENGE, 2009.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. *Investigação qualitativa em educação*. Portugal: Porto Editora, 1994.

BORBA, M. C.; SKOVSMOSE, Ole. A ideologia da certeza em educação matemática. In: SKOVSMOSE, O. *Educação matemática crítica:* a questão da democracia. Campinas: Papirus, 2001.

BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil.* Diário Oficial, 1988.

_____. Decreto nº 4.281 de 25 de junho de 2002.

_____. Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981.

_____. Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996.

_____. Lei nº 9.795 de 27 de abril de 1999.

_____. Parecer 226 de 6 de junho de 1987.

_____. Portaria 678 de 14 de maio de 1991.

_____. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: meio ambiente, saúde.* Brasília: MEC/SEF, 1997.

_____. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais*. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.

_____. *A implantação da Educação Ambiental no Brasil*. Brasília: MEC, 1998.

_____. Ministério da Educação. *Programa nacional de educação ambiental* - PRONEA / Ministério do Meio Ambiente, Diretoria de Educação Ambiental;. - 3. ed - Brasília : Ministério do Meio Ambiente, 2005.

CACHAPUZ, A.; PAIXÃO, F.; LOPES, J. B e GUERRA, C. "Do Estado da Arte da Pesquisa em Educação em Ciências: Linhas de Pesquisa e o Caso “Ciência-Tecnologia-Sociedade”", *Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v.1, n.1, pp. 27-49, Mar. 2008.

CARLETTO, M.R; PINHEIRO, N. A.M. "Subsídios para uma prática pedagógica transformadora: contribuições do enfoque cts". *Investigações em Ensino de Ciências*. v. 15, n. 3, pp. 507-525, 2010.

CARVALHO, D. L. *A concepção de matemática do professor também se transforma.* Dissertação Mestrado - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 1989.

CHAVES, A. L. R. Uma experiência de CTS em sala de aula: a internacionalização da Amazônia, Dissertação de Mestrado Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro. 2010.

CHALMERS, A. F., *O que é ciência afinal?* Editora Brasiliense, 1993.

CHRISPINO, A. *Educação Tecnológica: Ciência, Tecnologia e Sociedade: Módulo III*, Rio de Janeiro, CEFET/RJ, 2009.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. *Nosso Futuro Comum*. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CUTCLIFFE, S. H. *Ideas, Machines and Values*. Lanham, MD: Rowman & Littlefield, 2003.

D’AMBRÓSIO, U. *Educação matemática: Da teoria à prática*. Campinas, SP: Papirus,1996.

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

DIAS, G.F. *Educação ambiental: princípios e práticas*. 9 ed. São Paulo: Gaia, 2004.

FERREIRA, D. P.; LEMOS, J. L. S.; CHRISPINO, A. Educação ambiental: Responsabilidade para a conservação da sociobiodiversidade . In: Seabra G., Mendonça, I. (organizadores). *Matemática, educação ambiental e enfoque ciência, tecnologia, sociedade e ambiente: caminhos que se cruzam.* João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2011.

FERREIRA, D. P.; CHRISPINO, A.; ANTONIOLI, P. M. "Atitudes dos alunos do Ensino Fundamental em relação à Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente". In: *VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Campinas, Dez. 2011.

FACHIN, O. *Fundamentos da metodologia.* 4 ed. Rio de Janeiro: Editora Saraiva, 2003.

FIALHO, C.; MATOS, J.F., ALVES, A. "Cidadania e educação matemática crítica: investigação sobre o contributo da educação matemática na formação de cidadãos participativos e críticos". In: *Actas do Seminário de Investigação em Educação Matemática.* Santarém: Associação de Professores de Matemática, 2003.

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

GAMA, R. *A Tecnologia e o Trabalho na História*. São Paulo, Nobel/EDUSP, 1986.

GARCIA, M.; CEREZO, J.; LÓPEZ, J. *Ciencia, Tecnología y Sociedad – Una introducción al estúdio social de La ciência y La tecnolo*, Madrid: Tecnos, 1996.

GAUDIANO, E. G.; ORTEGA, M.Á.A. La educación ambiental institucionalizada: actos fallidos y horizontes de posibilidad. *Perfiles Educativos*, v.21, n. 124, pp. 58-68, 2009.

GOMES, C. A.: *A Educação em Perspectiva Sociológica.* 2 ed. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1989.

HOBSBAWM, E. *A Era das Revoluções*. 25 ed. São Paulo: Paz e Terra, 2009.

JACOBI, P. "Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade". *Cadernos de pesquisa*, v. 113, pp. 189-205, Mar. 2003.

JORDÃO, C.; CHRISPINO, A. "Avaliação da concepção de professores e alunos sobre modelos científicos". In: *VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Campinas, Dez, 2011.

KRASILCHIK, M. *O professor e o currículo das ciências*. São Paulo, EPU/Edusp,1987.

KRASILCHICK, M.; MARADINO, M. *Ensino de ciências e cidadania*. São Paulo: Moderna, 2004.

LATOUR, B., WOOLGAR, S. *A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos*. Rio de Janeiro: Relume Dumará,1997.

LEITE, M. B. F., FERREIRA, D.H.L., SCRICH, C.R. "Explorando conteúdos matemáticos a partir de temas ambientais", *Ciência e Educação*, v.15, n.1, pp. 129-138, 2009.

LEMOS, J. L. S. *Questões ambientais na formação profissional em automobilística: uma análise à luz do movimento CTSA e da educação ambiental de percepções docentes e discentes.* Tese de Doutorado, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro. 2009.

LINSINGEN, I. V.. "O enfoque CTS e a Educação Tecnológica: origens, razões e convergências curriculares." In: *XI Congreso Chileo de Ingeniería Mecânica* - Anais do COCIM, 2004.

_____. "Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina". *Ciência e Ensino*, Campinas, v. 1, n especial, Nov. 2007.

LOPEZ-CEREZO, J. A. *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Crítica académica y enseñanza crítica*. Signos, v. 20, pp. 74-81. 1997.

_____. "Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos". *Revista Iberoamericana de Educación*, v. 18, pp. 41-68. 1998.

LOUREIRO, C. F. B.; Educação ambiental transformadora. In: LAYRARGUES, P. P. (org.) *Identidades da educação ambiental brasileira*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

LÜDKE, M., ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: E.P.U., 1986.

LUJÁN, J. L., LÓPEZ-CEREZO, J. A. La dimensión social de la tecnología y el principio de precaución, *Política y Sociedad*, v. 40 n.3, pp. 53-60, 2003.

MAÑAS, A. V., *Gestão de tecnologia e inovação*, São Paulo: Érica, 2001.

MANASSERO, M. A.; VÁZQUEZ, A. *Actituds de l'alumnat relacionades amb la ciència, la tecnologia i la societat.* Palma de Mallorca: Govern Balear, Conselleria d'Educació, Cultura i Esports, 1998a.

MANASSERO, M. A.; VÁZQUEZ, A. *Opinions sobre ciência, tecnologia i societat.* Palma de Mallorca: Govern Balear, Conselleria d'Educació, Cultura i Esports, 1998b.

MANASSERO, M. A.; VÁZQUEZ, A.; ACEVEDO, J. A. *Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat.* Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Ballears, 2001.

MANASSERO, M. A.; VÁZQUEZ, A.; ACEVEDO, J. A. *Cuestionario de opiniones sobre ciencia, tecnologia i societat (COCTS).* Princeton, NJ:Educational Testing Service, 2003a.

MARINHO, A. M. S. *A educação ambiental e o desafio da interdisciplinaridade*. Dissertação de mestrado. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, 2004.

MEDINA, M.; SANMARTIM, J. El programa Tecnología, Ciencia, Natureza y Sociedad. In: *Ciencia, Tecnología y Sociedad: estudos interdisciplinares em la Universidad, en la Educación y en la Gestión Pública.* Barcelona: Anthropos, pp. 114-121, 1990.

MICARONI, R. C. C. M, BUENO, M.I.M, JARDIM, W. F. "Compostos de mercúrio. Revisão de métodos de determinação, tratamento de descarte". *Revista Química Nova*, v. 23, n. 4, Jul./Ago. 2000.

MINAYO, M. C. S. *Pesquisa Social: teoria, método e criatividade*. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.

MITCHAM, C. Em busca de uma nueva relacion entre ciência, tecnologia y sociedad. In Medina, M.; Sanmamrtín, J. (Eds.) *Ciencia, tecnologia y sociedade – Estúdios interdisciplinares em la universidad, em la educacion y em la gestión pública.* Barcelona: Anthropos; Leioa (Vizcaya): Universidad Del País Vasco, 1990.

MORIN, E. *Ciência com consciência.* Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

MOUTINHO, S. Rio de Janeiro vunerável. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2011/04/rio-de-janeiro-vulneravel>. Acesso em: 14/04/2011.

MOYSÉS, L. O conhecimento matemático e a teoria sócio-histórica: pontos de aproximação. In: _____. *Aplicações de Vygotsky à Educação Matemática.* São Paulo: Papirus, 1997. cap. 2. p. 59-81.

NASCIMENTO, E. S.; CHASIN, A. A. M. "Ecotoxicologia do mercúrio e seus compostos". *Cadernos de Referência ambiental.* Salvador: CRA, 2001.

OLIVEIRA, A. M. P.; BARBOSA, J. C. "Modelagem Matemática e Situações de Tensão na Prática Pedagógica dos Professores". *Bolema*, Rio Claro (SP), v. 24, n. 38, p. 265-296, Abr. 2011.

ONU. *Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano – 1972.* Disponível em: <http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/estocolmo1972.pdf>. Acessado em 15/05/2011.

_____. *ONU e meio ambiente*. Disponível em: <http://www.onu.org.br/a-onu-em-acao/a-onu-e-o-meio-ambiente/>. Acessado em: 15/05/2011.

_____. *Sobre a Rio+20*. Disponível em:< http://www.onu.org.br/rio20/sobre/>. Acessado em: 26/01/2012.

PINHEIRO, N. A. M. *Educação crítico–reflexiva para um Ensino Médio científico tecnológico: a contribuição do enfoque CTS para o ensino–aprendizagem do conhecimento matemático.* Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

_____. "Formar cidadãos crítico-reflexivos: a contribuição da matemática". *Semina: Ciências Sociais e Humanas.* Londrina, v. 28, n. 1, p. 81-92, 2007.

PINHEIRO, N. A. M.; MATOS, E. A. S. A.; BAZZO, W. A. "Refletindo acerca da ciência, tecnologia e sociedade: enfocando o ensino médio". *Revista Iberoamericana de Educacíon*. n. 44, pp.147-165, 2007.

PINHEIRO, N. A. M., SILVEIRA, R. M. C. F., BAZZO, W. A. "Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque cts para o contexto do ensino médio". *Ciência & Educação*, v. 13, n. 1, pp. 71-84, 2007.

REIGOTA, M. *Meio ambiente e representação social*. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2010.

REIS, P. G. R. *Controvérsias sócio-científicas: Discutir ou não discutir? Percursos de aprendizagem na disciplina de Ciências da Terra e da Vida.* Tese de Doutorado, Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, 2004.

RODRIGUES, M. G. V. *Metodologia da pesquisa: elaboração de projetos, trabalhos acadêmicos e dissertações em ciências militares*, 2ª. ed - Rio de Janeiro: EsAO, 2005.

RUBBA, P. A.; HARKNESS, W. L. "Examination of preservice and inservice secondary science teachers' beliefs about Science-Technology-Society interactions". *Science Education*, v. 77, n. 4, pp. 407-431, 1993.

RUBBA, P. A.; SCHONEWEG, C. S.; HARKNESS, W. J. "A new scoring procedure for the Views on Science-Technology-Society instrument". *International Journal of Science Education*, v. 18, n. 4, pp. 387-400, 1996.

SANMARTÍN, J. ;LUJÁN, J. L. . *Educación en ciencia, tecnología y sociedad: Estudios sobre sociedad y tecnología***.** Barcelona: Anthropos, 1992.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. "Tomada de decisão para a ação social responsável no ensino de ciências". *Revista Ciência & Educação*, v.7, n.1, pp.95-111, 2001.

_____. "Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência –Tecnologia– Sociedade) no contexto da educação brasileira". *Revista Ensaio*, v.2, n.2, pp.01-23, 2002.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. "Ensino de química e cidadania". *Revista Química Nova na Escola*, n. 4, pp. 28-34, Nov. 1997.

SANTOS, W. L. P. "Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica". *Ciência & Ensino*, v. 1, n. especial, Nov. 2007.

_____. Educação "Científica Humanística em uma perspectiva Freiriana: Resgatando a Função do Ensino CTS". *Revista de Educação em Ciências e Tecnologia*, v.1, n. 1, pp.109-131, 2008.

SEABRA, G. F. *Pesquisa científica: o método em questão*. Brasília: UnB, 2001.

SIMON, I. A revolução digital e a sociedade do conhecimento, março, 1999. Disponível em: <http://www.ime.usp.br/~is/ddt/mac333/aulas/tema-1-04mar99.html>, Acesso em: 23/02/2012.

SKOVSMOSE, O., *Towards a Philosophy of Critical Mathematics Education*. Kluwer Academic Publishers, Dordresht, 1994.

_____. *Educação Matemática Crítica: a questão da democracia*. Campinas: Papirus, 2001.

_____. Critical Mathematics Education for the future. *Learning Philosophy*, Aalborg Department of Education, Aalborg University, pp. 1-23, 2004.

_____. Prefácio. In: ARAÚJO, J. L. (org.). *Educação matemática crítica: reflexões e diálogos.* Belo Horizonte: Argumentum, 2007. pp. 15-19.

_____. *Desafios da reflexão em educação matemática crítica*. Campinas: Papirus, 2008.

SOUZA, D. A. *A relação da criança com o meio ambiente: a educação ambiental nos contextos escolares*. Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Estudos Pedagógicos, 2004.

TEIXEIRA, D. S., Pesquisa, desenvolvimento experimental e inovação industrial: motivações da empresa privada e incentivos do setor público. In: MARVOVITCH, J., *Administração em ciência e tecnologia*, São Paulo: Edgard Blucher, 1983, pp. 43-91.

UNESCO, Década da Educação das Nações Unidas para um Desenvolvimento Sustentável, 2005-2014: documento final do esquema internacional de implementação. Brasília: UNESCO, 2005. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001399/139937por.pdf>. Acesso em: 17/08/2011

VASCONCELLOS E.S.; SANTOS, W.L.P. Educação ambiental por meio de tema CTSA: Relato e análise de experiência em sala de aula. In. XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

VAZ, C.R., FAGUNDES, A.B., PINHEIRO, N.A.M. "O surgimento da ciência, tecnologia e sociedade (CTS) na educação: uma revisão". *I Simpósio Nacional De Ensino de Ciência e Tecnologia*. pp. 98- 116, 2009.

VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M. A. Response and scoring models for the 'Views on Science-Technology-Society' Instrument. *International Journal of Science Education*, v. 21, n. 3, pp. 231-247, 1999.

VÁZQUEZ, A.; ACEVEDO, J. A.; MANASSERO, M. A.; ACEVEDO, P. "Actitudes del alumnado sobre ciencia tecnología y sociedad, evaluadas con un modelo de respuesta múltiple". *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, v. 8, n. 2, pp. 1-37, 2006.

VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M. A; ACEVEDO, J. A.; ACEVEDO, P. "Consensos sobre a natureza da ciencia: A ciencia e a tecnología na sociedade". *Química Nova na Escola*, n. 27, pp. 34-50, 2008.

VEJA. Dragão asfixiado. Disponível em: <http://veja.abril.com.br/310399/p_060.html>. Acesso em: 08/10/2010.

_____. Lixeira asiática. Disponível em: < http://veja.abril.com.br/010498/p_046.html>. Acesso em: 08/10/2010.

WALKS, L. Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos intelectuales. In: Medina, M.; Sanmartin, J. *Ciencia, tecnología y sociedad, estudios interdisciplinares en la universidad, en la educación y en la gestión pública*. Barcelona: Anthropos, pp. 42-75, 1990.

WOODWARD, J. *Organização industrial: teoria e prática*. São Paulo: Atlas, 1977.

Apêndice I

TEXTO 1: **Dragão asfixiado**

Desastre ecológico é lado ruim do progresso chinês

Para o bem ou para o mal, os números da China são sempre impressionantes. No primeiro caso, enquadra-se o crescimento econômico registrado em duas décadas de abertura, em torno de 9% ao ano. No segundo, um dos subprodutos indesejados desse desenvolvimento acelerado: a implosão do meio ambiente. O país mais populoso do planeta é também o mais monumental desastre ecológico. Nove das dez cidades no ranking do ar mais poluído são chinesas, segundo relatório do World Resources Institute, de Washington. A má qualidade do ar é responsável por 300 000 mortes por ano, de acordo com o Banco Mundial. Por volta de 70% dos rios estão secando ou poluídos demais para permitir vida aquática. A China é o habitat de 156 das 640 espécies ameaçadas de extinção. Problemas parecidos podem ser encontrados em outros países subdesenvolvidos, e o Brasil tem vasta experiência no assunto. O que torna a situação particularmente grave na China são uma população de 1,2 bilhão de pessoas e um regime que tem os meios e a disposição para fazer qualquer sacrifício ambiental em nome do progresso econômico.

O assunto poluição esteve banido da imprensa chinesa até recentemente. Só no ano passado, quando já não era possível ignorar a permanente névoa cinzenta nas áreas urbanas, o governo começou a divulgar os níveis de poluição nas maiores cidades. Estima-se que os índices sejam ruins em nada menos que 480 dos 600 municípios do país. Uma nuvem de partículas sólidas esconde o sol de dois em cada três dias em Pequim, a capital. Numa importante cidade industrial, Chongqing, pesquisadores notaram que a fumaça é tão densa que se pode olhar diretamente para o Sol por até dez segundos sem risco para os olhos.

Boa parte da sujeira tem origem no maquinário obsoleto da indústria estatal. Com as maiores reservas de carvão natural do mundo, o país caiu na armadilha da própria fartura: esse combustível fóssil, um dos mais poluentes, é utilizado por três em cada quatro fábricas e na maioria dos fogões domésticos. As partículas de carvão e a fumaça sem tratamento despejadas pela indústria são a base da chuva ácida (contaminação do solo pela precipitação, com a chuva, de dióxido de enxofre), tão intensa que cobre uma área equivalente à soma dos Estados do Amazonas e Mato Grosso e chega aos países vizinhos, como Japão. O combustível dos automóveis é do tipo mais poluente, aditivado com chumbo.

Os chineses costumam dizer que o ar de Nova Delhi, capital da Índia, é pior que o de Pequim. Ou que a água em Jacarta, na Indonésia, é ainda mais suja. Mas só a China, devido a sua população e seu tamanho – somado à vertiginosa busca do progresso nas últimas duas décadas –, conseguiu reunir todos os principais indicadores negativos. O país carece de esgotos ou coleta de lixo capazes de atender uma população urbana de 400 milhões de pessoas. Cerca de 80% dos dejetos das cidades não recebem tratamento. Estima-se que 960 milhões de chineses só disponham de água poluída para beber. Duas em cada três cidades padecem com racionamentos. Praticamente todos os grandes rios estão contaminados por produtos tóxicos. (...) (Revista Veja, 31/03/1999)

Responda às questões de números 1 a 4 com base no TEXTO 1.

1) Qual a razão entre as espécies ameaçadas de extinção que tem habitat na China e o total das espécies ameaçadas de extinção?
2) Qual a porcentagem aproximadamente das espécies ameaçadas de extinção que tem habitat na China e o total das espécies ameaçadas de extinção?
3) Qual a porcentagem dos municípios da China com índices ruins de poluição em relação aos municípios da China?
4) Sabendo que a área da China é de 9.536.499 km², calcule a densidade demográfica em 1999.

TEXTO 2: **Lixeira asiática**

O país mais poluído do mundo começa a se preocupar com o custo econômico da sujeira

País mais populoso do mundo, a China se presta a comparações em grande escala. Nem todas fazem inchar o peito de orgulho. O crescimento econômico médio de 9% nas últimas duas décadas transformou o país no mais poluído do planeta. O ar respirado nas grandes cidades chinesas, diz um estudo do Banco Mundial, é provavelmente o pior da Ásia. A indústria estatal nunca se preocupou com equipamento antipoluição, e o esgoto é despejado nos rios sem tratamento. Estima-se que 60% dos chineses recebam em casa água contaminada por esgotos ou produtos químicos. Até pouco tempo atrás, o governo sustentava que controle ambiental é luxo de país rico. A prioridade chinesa era tirar o povo da pobreza. Essa postura está mudando porque Pequim descobriu que a poluição também custa caro.

Como o país tem no carvão sua principal fonte de energia, a concentração de partículas em suspensão no ar é cinco vezes maior do que a recomendada pela Organização Mundial de

Saúde. O Banco Mundial diz que a má qualidade do ar nas grandes cidades causa a morte prematura de 178.000 chineses por ano e 1,7 milhão de casos de bronquite crônica. O custo em despesas médicas e horas de trabalho perdidas: 32 bilhões de dólares, quase 5% do PIB. O incontrolável aumento da população disseminou a poluição urbana para grande parte da zona rural. A irrigação indiscriminada esgotou o solo e reduziu a produtividade de 10% a 25%. Só a chuva ácida, provocada pela poluição industrial, causa perda anual de 2,8 bilhões de dólares à agricultura. "A falta de proteção ambiental é uma das poucas coisas que podem impedir a China de continuar crescendo por muito tempo", preocupa-se Li Yining, da equipe econômica do novo primeiro-ministro, Zhu Rongqi, que tomou posse há duas semanas.(...) (Revista Veja, 01/04/1998)

Responda às questões de números 5 a 7 com base no TEXTO 2.

5) Sabendo que a população da China é de 1,2 bilhões de pessoas, quantas pessoas aproximadamente recebiam água contaminada em 1998?

6) A porcentagem de mortalidade devido à má qualidade do ar está entre (marque somente uma opção):

   a) 10% e 20%

   b) 1% e 2%

   c) 0,1% e 0,2%

   d) 0,01% e 0,02%

7) A porcentagem de casos de bronquite crônica devido à má qualidade do ar está entre (marque somente uma opção):

   a) 10% e 20%

   b) 1% e 2%

   c) 0,1% e 0,2%

   d) 0,01% e 0,02%

Responda às questões de números 8 e 9 com base nos TEXTOS 1 e 2.

8) A mortalidade devido à poluição aumentou ou diminui de 1998 para 1999. Quanto?
9) Comparando os dois textos, o número de chineses que bebiam água poluída em 1998 e 1999 é aproximadamente igual?

Anexo I

Questão 40161: A indústria pesada contaminou enormemente os países industriais. Portanto, é uma decisão responsável transferi-la para os países não desenvolvidos, onde a contaminação ainda não é tão extensa.

A. A indústria pesada deveria ser transferida para os países não desenvolvidos para salvar o nosso país e as suas gerações futuras de contaminação.

B. É difícil de decidir. Transferir a indústria ajudaria os países pobres a prosperar e também, a reduzir a contaminação do nosso país. Mas não temos o direito de contaminar o meio ambiente de outros lugares.

C. A questão não é onde está localizada a indústria pesada. Os efeitos da contaminação são globais sobre a Terra.

A indústria pesada NÃO deveria transferi-se para os países não desenvolvidos:

D. Porque transferir a indústria não é uma forma responsável de se resolver a contaminação. Deveria reduzir-se ou eliminar a contaminação aqui, em vez de criar mais problemas em qualquer outro lugar.

E. Porque esses países têm já suficientes problemas sem considerar o problema da contaminação.

F. Porque a contaminação deveria ser limitada tanto quanto possível. Aumentá-la só criaria mais danos.

Anexo II

Rio de Janeiro vulnerável

Estudo prevê principais consequências das mudanças climáticas na região metropolitana do estado. Ondas de calor, aumento do nível do mar e chuvas frequentes são alguns dos impactos negativos esperados.

Por: Sofia Moutinho

Publicado em 08/04/2011 | Atualizado em 10/04/2011



O estudo prevê que a região metropolitana do Rio de Janeiro vai sofrer com o aumento do nível do mar e a aproximação de grandes ondas e ressacas, que podem deixar boa parte do território debaixo d'água. (foto: R. Brito/ CC BY-NC-SA 2.0)

Os efeitos das mudanças climáticas nas principais cidades do Rio de Janeiro já são inevitáveis e resta ao estado recorrer a medidas de adaptação e mitigação. É o que aponta o Relatório sobre as Vulnerabilidades da Região Metropolitana do Rio de Janeiro às Mudanças Climáticas, elaborado pela prefeitura carioca em conjunto com 29 pesquisadores de diferentes universidades e institutos de pesquisa fluminenses.

O documento – parte do projeto Megacidades, Vulnerabilidades e Mudanças Climáticas, coordenado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) e pela Universidade Estadual

de Campinas (Unicamp) – aponta o aumento do nível do mar, das ondas de calor e das chuvas fortes como os principais impactos das alterações do clima na região metropolitana do estado. De acordo com o estudo, essa combinação de eventos vai agravar ainda mais as já recorrentes inundações e deslizamentos de encostas.

“As zonas litorâneas, em geral, têm essa característica peculiar de combinar a elevação de nível do mar com eventos climáticos extremos”, disse Paulo Gusmão, coordenador do relatório e pesquisador do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), à *CH On-line* durante a apresentação do estudo, ontem (7/4), no Palácio da Cidade.

Segundo o pesquisador, o caso do Rio merece atenção especial devido a sua grande dimensão demográfica e econômica. A região metropolitana fluminense é a maior conglomeração urbana da costa brasileira, com uma população de cerca de 11,5 milhões de habitantes. Além disso, abriga uma das mais importantes zonas portuárias do país.

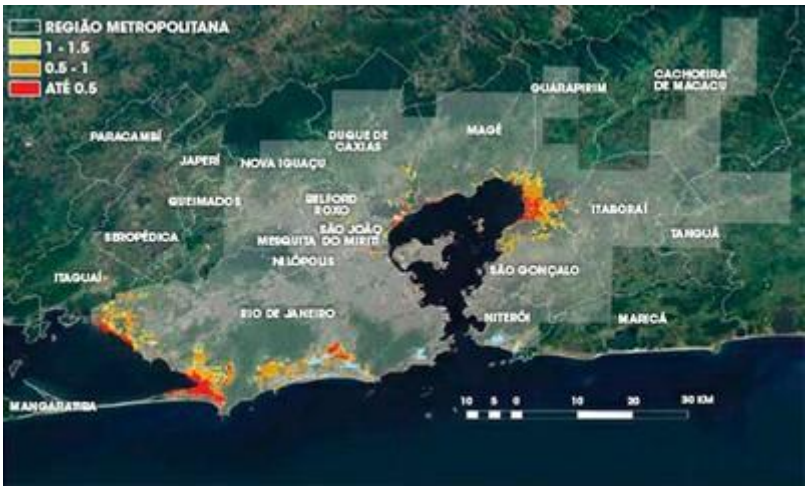
Avanço do mar

De acordo com o relatório, grande parte do estado pode ficar submersa, até o final desse século, se não forem tomadas medidas de adaptação. Caso o nível do mar se eleve 1,5 metro, como prevê o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês), até 10% da cidade do Rio de Janeiro pode ser tomada pelo mar. Esse valor é de 8% para São Gonçalo e 6% para Guapimirim.

Até 10% da cidade do Rio de Janeiro pode ser tomada pelo mar

O caso mais grave é o de Jacarepaguá, que vai receber a maior parte das obras para as Olimpíadas de 2016. As lagoas da região podem se expandir e atingir áreas ocupadas, como o bairro Itanhangá e a comunidade de Rio das Pedras.

Com o avanço do mar, as praias que hoje são limitadas por calçadões e avenidas, como as de Copacabana e Ipanema, sofreriam grandes danos. Para remediar a erosão provocada no litoral, os pesquisadores sugerem que se aumente a faixa de areia das praias. Assim, se criaria uma zona de amortecimento do impacto das ondas, impedindo a chegada da água às construções.



O mapa mostra as áreas vulneráveis ao aumento do nível do oceano na região metropolitana do Rio de Janeiro. (fonte: Relatório sobre as Vulnerabilidades da Região Metropolitana do Rio de Janeiro às Mudanças Climáticas)

O fenômeno também deve prejudicar o escoamento das águas durante as chuvas. Os pesquisadores alertam para a possibilidade de as inundações atingirem os aterros sanitários próximos a rios e baías, como o de Itaóca, em São Gonçalo, e o de Jardim Gramacho, em Duque de Caxias, que recebe 70% do lixo coletado na cidade do Rio de Janeiro.

“Essa situação pode fazer com que o chorume se misture à água e chegue até os afluentes, causando caos no sistema de coleta e doenças na população”, explicou o economista Sérgio Besserman, presidente da Câmara Técnica de Desenvolvimento Sustentável do Rio de Janeiro e um dos porta-vozes do estudo.

Os constantes alagamentos também podem causar o aumento de surtos de leptospirose e dengue. Esta última favorecida não só pela disponibilidade de água para o mosquito transmissor pôr os ovos, como também pelo aumento previsto da temperatura, que acelera o ciclo de reprodução do inseto.

Biodiversidade ameaçada

O aumento do nível do oceano deve ainda comprometer a biodiversidade da região. Segundo o relatório, animais e plantas que habitam zonas costeiras podem ser extintos, algas tóxicas

podem proliferar e os manguezais, que funcionam como berço para muitos peixes, correm o risco de serem reduzidos devido à presença da água salgada.

Em relação à temperatura, o estudo prevê um aumento de 4,8 graus centígrados até o final do século. Esse quadro, aliado às fortes chuvas, ameaça as florestas, especialmente das encostas serranas e dos maciços litorâneos.

Se o cenário otimista do IPCC se concretizar – com um aumento da temperatura de 2 graus centígrados – haveria uma redução de 25% na ocorrência das espécies nativas de árvores da Mata Atlântica. No cenário mais pessimista – em que a temperatura se elevaria 4 graus centígrados – as espécies seriam reduzidas à metade.

"Nos atrasamos e não há mais como cumprir o objetivo de não ultrapassar 2º C na temperatura do planeta", afirmou Besserman. "No entanto, está em nossas mãos escolher se vamos ficar perto dos 2º C ou se vamos viver um cenário bem mais complicado de até 7º C, como preveem pesquisadores do Instituto de Tecnologia de Massachusetts."

É preciso se adaptar

Para os pesquisadores envolvidos no estudo, todas essas alterações podem ser contornadas com a adaptação adequada dos municípios por meio de ações políticas integradas e do conhecimento científico.

"É possível nos adaptarmos aos impactos que vêm pela frente e, embora isso inclua custos novos e significativos, o retorno desse investimento, de uma nova relação das cidades com a natureza, nos permitirá construir uma região metropolitana ainda melhor", afirmou Besserman.

As alterações podem ser contornadas com a adaptação adequada dos municípios

Segundo Gusmão, para que isso aconteça, é necessário conjugar ações de engenharia, como sistemas de escoamento e de alerta de catástrofe, com mais pesquisas sobre marés, temperatura e pluviosidade.

"Nós temos uma base de conhecimento muito precária com lacunas muito grandes e isso afeta a nossa capacidade de dimensionar o problema e dizer o que pode ser feito."

Com o objetivo de tapar esse gargalo, o pesquisador e os demais autores do relatório organizam um encontro entre as universidades, as prefeituras e o governo do estado para

definir uma agenda de trabalho com planos de pesquisas, adaptação e monitoramento das mudanças climáticas.

> “A ideia é que os pesquisadores sigam em rede atuando com os agentes econômicos e o governo; avançando juntos porque sozinho nenhum de nós vai dar conta”, concluiu Gusmão.