

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E  
MATEMÁTICA**

**ALBINO OLIVEIRA NUNES**

**ABORDANDO AS RELAÇÕES CTSA NO ENSINO DA QUÍMICA A PARTIR DAS  
CRENÇAS E ATITUDES DE LICENCIANDOS: UMA EXPERIÊNCIA FORMATIVA  
NO SERTÃO NORDESTINO**

**NATAL – RN**

**2010**

**ALBINO OLIVEIRA NUNES**

**ABORDANDO AS RELAÇÕES CTSA NO ENSINO DA QUÍMICA A PARTIR DAS  
CRENÇAS E ATITUDES DE LICENCIANDOS: UMA EXPERIÊNCIA FORMATIVA  
NO SERTÃO NORDESTINO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Norte como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientadora:

Profa. Dra. Josivânia Marisa Dantas

NATAL – RN

2010

Divisão de Serviços Técnicos

Catálogo da Publicação na Fonte. UFRN / Biblioteca Central Zila  
Mamede

Nunes, Albino Oliveira.

Abordando as relações CTSA no ensino da química a partir das  
crenças e atitudes de licenciandos : uma experiência formativa no  
sertão nordestino / Albino Oliveira Nunes. – Natal, RN, 2010.

193 f.

Orientadora: Josivânia Marisa Dantas.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do  
Norte. Centro de Ciências Exatas e da Terra. Programa de Pós-  
Graduação Ensino de Ciências Naturais e Matemática.

1. Material didático – Dissertação. 2. CTSA – Dissertação. 3.  
Atitudes e crenças – Dissertação. 4. Química – Dissertação. I. Dantas,  
Josivânia Marisa. II. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.  
III. Título.

RN/UF/BCZM

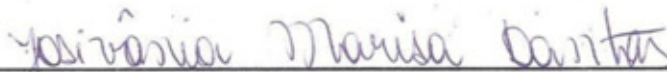
CDU 371.64/.69(043.3)

Albino Oliveira Nunes

**ABORDANDO AS RELAÇÕES CTSA NO ENSINO DA QUÍMICA A PARTIR DAS  
CRENCAS E ATITUDES DE LICENCIANDOS: UMA EXPERIÊNCIA FORMATIVA  
NO SERTÃO NORDESTINO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática.

Aprovada em: 31 / 03 /2010



---

Profa. Dra. Josivânia Marisa Dantas  
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG  
Orientadora



---

Prof. Dr. José Carlos de Freitas Paula  
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG  
Membro Externo



---

Profa. Dra. Ana Cristina Facundo de Brito  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN  
Membro Interno

Aos meus pais que incansavelmente me ensinaram o valor da educação e me deram a força para nunca desistir.

## **A bomba**

A bomba  
é uma flor de pânico apavorando os floricultores  
A bomba  
é o produto quintessente de um laboratório falido  
A bomba  
é estúpida é ferotriste é cheia de rocamboles  
A bomba  
é grotesca de tão metuenda e coça a perna  
A bomba  
dorme no domingo até que os morcegos esvoacem  
A bomba  
não tem preço não tem lugar não tem domicílio  
A bomba  
amanhã promete ser melhorzinha mas esquece  
(...)  
A bomba  
é câncer  
A bomba  
vai à Lua, assovia e volta  
A bomba  
reduz neutros e neutrinos, e abana-se com o leque da reação  
em cadeia  
A bomba  
está abusando da glória de ser bomba  
A bomba  
não sabe quando, onde e porque vai explodir, mas preliba  
o instante inefável  
A bomba  
fede  
A bomba  
é vigiada por sentinelas pávidas em torreões de cartolina  
A bomba  
com ser uma besta confusa dá tempo ao homem para que se salve  
A bomba  
não destruirá a vida  
O homem  
(tenho esperança) liquidará a bomba.

*Carlos Drummond de Andrade in Antologia Poética*

## AGRADECIMENTOS

A Deus pelas oportunidades, pessoas e desafios que colocou no meu caminho.

Aos meus pais que me ensinaram desde muito cedo a lutar pela vida e pelos meus sonhos.

Ao meu irmão Albano Oliveira Nunes que tanto me ajudou e que continua a ser um exemplo para mim.

A Anne Gabriella Dias Santos (Gaby) com quem tenho aprendido tanto durante todos esses anos.

A minha orientadora, Professora Josivânia Marisa Dantas, pela paciência e conselhos.

A Professora Márcia Gorette Lima da Silva pelo incentivo e confiança.

Ao professor Luiz Di Souza que mais uma vez me abriu as portas do seu laboratório.

A todos e todas que fizeram parte do grupo de estudos pelo apoio, críticas e amizade.

Ao Departamento de Química pela oportunidade de desenvolver o projeto junto aos licenciandos.

A Alzineide Maria Pereira de Lima, Thiago Mielle Brito Ferreira Oliveira e Francisco Souto Souza Júnior que me auxiliaram nas oficinas da UERN.

Aos meus colegas de trabalho do IFRN pelo seu apoio e compreensão.

A Professora Ana Cristana Facundo de Brito pelas contribuições na qualificação deste trabalho.

A todos (as) os (as) licenciandos(as) que participaram desta pesquisa.



## RESUMO

O presente trabalho investigou as atitudes e crenças dos licenciandos em química da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) como etapa para a elaboração de uma proposta de material didático para trabalhar as relações CTSA do curso de licenciatura em química. Para obter o conhecimento das atitudes e crenças foram utilizados dois instrumentos de coleta de dados (Escala de Likert e questionário) que proporcionaram uma análise dentro do paradigma quali-quantitativo emergente da pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática. Os resultados demonstraram que os discentes da licenciatura em química apresentam crenças marcadamente positivistas e que são consideradas por alguns autores como ingênuas, tais como: a crença no modelo de decisão tecnocrático, a linearidade do desenvolvimento científico e tecnológico que leva ao bem-estar social e a neutralidade do conhecimento científico-tecnológico.

Com base nesses dados e na literatura sobre o tema foram elaborados três módulos de ensino: a) Questionando a hegemonia do conhecimento técnico-científico; b) As relações entre a ciência, tecnologia, sociedade e ambiente – as relações CTSA; c) Proposta temática para a educação química em uma perspectiva CTSA: O Rio Mossoró.

Por fim, o material elaborado foi aplicado em duas oficinas, realizadas no Campus Central e no Núcleo Avançado de Ensino Superior de São Miguel, ambos da UERN. Os licenciandos participantes expressaram aprovação quanto à abordagem trazida no experimento proposto e sobre o caso simulado, ambos constituintes da unidade didática apresentada.

**Palavras-chave:** Material didático, CTSA, Atitudes e Crenças, Química.

## RESUMÉN

Este estudio investigó las actitudes y creencias de los estudiantes universitarios en Ciencias Químicas por la Universidad de Río Grande do Norte (UERN) como un paso hacia la elaboración de una propuesta de material didáctico para el estudio de las relaciones CTSA en la licenciatura en química. Para el conocimiento de las actitudes y creencias fue utilizado dos instrumentos (Escala Likert y un cuestionario), que proporcionó un análisis dentro del nuevo paradigma de investigación (cuantitativa y cualitativa) en la Enseñanza de la Ciencia y Matemáticas. Los resultados mostraron que los estudiantes de licenciatura en química tienen creencias positivistas y que suelen ser considerados por algunos como ingenuas, como la creencia en el modelo de decisión tecnocrática, la linealidad del desarrollo científico y tecnológico que lleva a el bienestar social y neutralidad de los conocimientos científico-tecnológico.

Basándose en estos datos y la literatura sobre el tema se elaboraron tres módulos de aprendizaje: a) Cuestionando la hegemonía del conocimiento técnico y científico, b) Las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente - las relaciones CTSA c) Propuesta de temática para la enseñanza de la química en una perspectiva de CTSA: El Río Mossoró.

Por último, el material producido se utilizó en dos cursos ocurridos en el Campus Central en el Centro de Educación Superior en São Miguel, ambos de UERN. Los participantes expresaron su aprobación al enfoque trajo de el experimento propuesto y de el caso de simulación contenidos en la propuesta de.

**Palabras clave:** Material didáctico, CTSA, Actitudes y Creencias, Química.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 2.1: Tradições de pesquisa CTSA .....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 2.2: Representação das Relações CTSA .....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 3.1: Localização da cidade de Mossoró .....</b>	<b>50</b>
<b>Figura 3.2: Localização da cidade de São Miguel – RN.....</b>	<b>51</b>
<b>Figura 3.3: Diagrama esquemático do percurso metodológico .....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 4.1: Entendimento sobre as relações CTS.....</b>	<b>61</b>
<b>Figura 4.2: Modelo de desenvolvimento linear CT-Sociedade .....</b>	<b>62</b>
<b>Figura 4.3: Atitudes frente as relações CTSA - Campus Central.....</b>	<b>63</b>
<b>Figura 4.4: Relações CT – Sociedade - Campus Central.....</b>	<b>64</b>
<b>Figura 4.5: Relações CT-Ambiente - Campus Central .....</b>	<b>65</b>
<b>Figura 4.6: Atitudes frente a ciência escolar - Campus Central .....</b>	<b>66</b>
<b>Figura 4.7: Atitudes frente as relações CTSA (Gênero) – Campus Central.....</b>	<b>68</b>
<b>Figura 4.8: Atitudes x Tempo de curso - Campus Central.....</b>	<b>69</b>
<b>Figura 4.9: Atitudes por estudante - Campus Central.....</b>	<b>71</b>
<b>Figura 4.10: Relação CTS segundo estudantes Núcleo Avançado de Ensino Superior de São Miguel .....</b>	<b>74</b>
<b>Figura 4.11: Atitudes frente as relações CTSA - Núcleo Avançado de Ensino Superior de São Miguel.....</b>	<b>75</b>
<b>Figura 5.1: Ponto de coleta 1 .....</b>	<b>83</b>
<b>Figura 5.2: Ponto de coleta 2 .....</b>	<b>83</b>
<b>Tabela 5.1: Valores de oxigênio dissolvido nas amostras analisadas.....</b>	<b>85</b>
<b>Quadro 5.1: Estrutura da oficina no Núcleo Avançado de Ensino Superior de São Miguel .....</b>	<b>86</b>
<b>Figura 5.3: Charge sobre Caixa Eletrônico.....</b>	<b>88</b>
<b>Quadro 5.2: Estrutura da oficina no Campus Central .....</b>	<b>91</b>
<b>Figura 5.4: Grupo 1 filtrando a amostra do ponto 1.....</b>	<b>92</b>
<b>Figura 5.5: Grupo 2 filtrando amostra do ponto 2.....</b>	<b>92</b>
<b>Figura 5.6: Grupo 3 pesando a massa de palha de aço .....</b>	<b>93</b>
<b>Figura 5.7: Grupo 5 finalizando primeira etapa do experimento.....</b>	<b>93</b>
<b>Figura 5.8: Grupo “Comunidade Ribeirinha” .....</b>	<b>96</b>
<b>Figura 5.9: Grupo “Cientistas” .....</b>	<b>97</b>
<b>Figura 5.10: Grupo “Políticos Locais” .....</b>	<b>97</b>
<b>Figura 5.11: Grupo “Jurados” .....</b>	<b>98</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>ACT</b>	Alfabetização Científica e Tecnológica
<b>CC</b>	Campus Central
<b>CEFET –RN</b>	Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte
<b>CLAR</b>	Cromatografia Líquida de Alta Resolução
<b>CONSEPE</b>	Conselho de Ensino Pesquisa e Extensão
<b>CONSUNI</b>	Conselho Universitário
<b>COCTS</b>	Cuestionário de opiniones sobre Ciência Tecnología Sociedad
<b>CT</b>	Ciência e Tecnologia
<b>CTS</b>	Ciência-Tecnologia-Sociedade
<b>CTSA</b>	Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente
<b>DCN</b>	Departamento de Ciências Naturais
<b>DCB</b>	Departamento de Ciências Biológicas
<b>DF</b>	Departamento de Física
<b>DQ</b>	Departamento de Química
<b>EPA</b>	Environmental Protection Agency
<b>FACENE</b>	Faculdade de Enfermagem e Medicina Nova Esperança
<b>I+D</b>	Inovação e Desenvolvimento
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia Estatística
<b>INCA</b>	Consórcio Universitário Química para o Ambiente
<b>MEC</b>	Ministério da Educação
<b>NAESSM</b>	Núcleo Avançado de Educação Superior de São Miguel
<b>OCN</b>	Orientações Curriculares Nacionais
<b>PCN</b>	Parâmetros Curriculares Nacionais
<b>PNLEM</b>	Plano Nacional do Livro Didático do Ensino Médio
<b>PPGECNM</b>	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática
<b>PPP</b>	Projeto-Político-Pedagógico
<b>RN</b>	Estado do Rio Grande do Norte
<b>SC</b>	Sistema Sócio-Científico

<b>ST</b>	Sistema Sócio-Técnico
<b>VOSTS</b>	Views on Science Technology Society
<b>UERN</b>	Universidade do Estado do Rio Grande do Norte
<b>UFRN</b>	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
<b>UFERSA</b>	Universidade Federal Rural do Semi-Árido
<b>UNP</b>	Universidade Potiguar
<b>WATSP</b>	Wareing Attitudes Toward Science Protocol

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>CAPÍTULO 2: O MOVIMENTO CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE-AMBIENTE (CTSA) E O LETRAMENTO CIENTÍFICO</b> .....	20
2.1 - ANTECEDENTES E HISTÓRIA DO MOVIMENTO CTS/CTSA .....	20
2.2 - AS RELAÇÕES CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE .....	24
2.2.1- A ciência.....	24
2.2.2- A tecnologia .....	26
2.2.3 - A sociedade .....	28
2.2.4 - A tecnociência .....	30
2.2.5- Subsistema sócio-científico (SC) .....	32
2.2.6- Subsistema Sócio-Tecnológico (ST).....	35
2.2.7- O ambiente e a Sociedade .....	37
2.2.8- Ciência, Tecnologia, Indústria e Ambiente.....	39
2.3-ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E EDUCAÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE .....	42
2.4- ALGUMAS PONDERAÇÕES SOBRE A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA .....	44
2.5 – ATITUDES E CRENÇAS.....	47
<b>CAPÍTULO 3: PERCURSO METODOLÓGICO</b> .....	50
3.1- CONTEXTUALIZANDO O LOCAL DE PESQUISA .....	50
3.1.1 - As cidades: Mossoró e São Miguel.....	50
3.1.2- A Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN.....	51
3.1.3- O curso de química.....	52
3.2- DO PARADIGMA DA PESQUISA .....	53
3.3- DOS INSTRUMENTOS .....	53
3.3.1- Construção e validação dos instrumentos .....	53
3.3.2 – Aplicação dos instrumentos e amostra .....	55
3.3.3- Oficinas .....	56
3.3.4- Da entrevista.....	57
<b>CAPÍTULO 4: ATITUDES E CRENÇAS EM RELAÇÃO A CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE, AMBIENTE E SUAS RELAÇÕES</b> .....	59
4.1- ANÁLISE QUALITATIVA – CAMPUS CENTRAL.....	59
4.2 - ANÁLISE QUANTITATIVA – CAMPUS CENTRAL.....	62
4.2.1- Relações CT-Sociedade.....	63
4.2.2- Relações CT-Ambiente .....	64
4.2.3- Ciência Escolar.....	65
4.2.4- Atitudes x Gênero .....	66
4.2.5- Atitudes x Tempo de curso.....	68
4.2.6- Atitudes Gerais por Estudante.....	69
4.3- RELAÇÃO QUALI-QUANTITATIVA – CAMPUS CENTRAL .....	72
4.4- ANÁLISE QUALITATIVA – NAESSM .....	73
4.5- ANÁLISE QUANTITATIVA – NAESSM .....	75

<b>CAPÍTULO 5: PROPOSTA DE MATERIAL DIDÁTICO PARA AS LICENCIATURAS EM QUÍMICA .....</b>	<b>77</b>
5.1 – ELABORAÇÃO DO MATERIAL DIDÁTICO .....	77
5.2 – PRIMEIRO E SEGUNDO MÓDULOS .....	78
5.3 – O MÓDULO 3 .....	79
5.3.1- Contexto e realidade local: o Rio Mossoró, sua história e seus poluentes.....	79
5.3.2 - Quantidade de oxigênio dissolvido na água do rio Apodi-Mossoró .....	81
5.4- OFICINA NO NAESSM.....	86
5.4.1 – Primeiro momento .....	87
5.4.2- Segundo Momento .....	87
5.4.3- Caso Simulado em uma perspectiva CTSA .....	89
5.5- OFICINAS NO CAMPUS CENTRAL – UERN.....	90
5.5.1- Primeiro Momento .....	91
5.5.2 - Segundo Momento .....	94
5.5.3 – Terceiro Momento e impressões sobre a oficina.....	95
<b>CAPÍTULO 6: CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>101</b>
<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA .....</b>	<b>103</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>115</b>

## CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

A humanidade está inserida em uma sociedade pós-moderna (NUÑEZ e RAMALHO, 2004; DEMO, 2001), em que os efeitos da ciência e da tecnologia estão continuamente alterando as formas de convivência com o planeta, com os semelhantes e até mesmo alterando a visão de mundo. Nessa nova era o conhecimento é produzido e disseminado com velocidade nunca imaginada, mas também os efeitos desta produção são sentidos quase que instantaneamente em todas as partes do mundo.

Diante disso seria esperado que houvesse um crescente interesse pelos conhecimentos relativos à ciência e à tecnologia, contudo como salienta Pozo e Gómez-Crespo (2009) vivemos uma crise no ensino das ciências. Esses autores afirmam que esta crise manifesta-se no fracasso dos estudantes frente à expectativa dos docentes ou por aqueles manterem idéias e atitudes equivocadas sobre a ciência, tais como a persistência de crenças positivistas sobre a natureza da ciência e tecnologia e sua interação com a sociedade. Isto pode ser notado, apesar dos esforços dos docentes e mesmo após os anos de escolaridade básica. Porém, há que se levar em conta que muitas vezes os próprios professores podem ter visões deformadas sobre a natureza da ciência e sobre suas relações com a sociedade e a tecnologia, o que alguns autores chamam de visões inadequadas (VIEIRA e MARTINS, 2005). Com base nisto, percebemos que persiste um olhar positivista, que exclui em grande parte aportes da filosofia da ciência em suas representações mais marcantes: Thomas Kunh, Paul Feyrebend, Edgar Morin, entre outros.

Tais constatações são seriamente preocupantes uma vez que dilemas éticos e ambientais, derivados da aplicação do conhecimento científico-tecnológico, se põem frente à sociedade. Surgindo daí a emergência de uma alfabetização científica, que segundo Chassot (2006) seria um aprender a interpretar o mundo natural, ou segundo Marco-Stiefel (2001) “seria a capacidade de ler a realidade, uma realidade concreta marcada pelo desenvolvimento científico e tecnológico.” Outro aspecto a se levar em consideração nesta discussão é o papel que a tecnologia desempenha dentro deste marco que, segundo Cajas (2001), a despeito de existirem diversas orientações para a Alfabetização científica e tecnológica (ACT), poucas entendem o conhecimento tecnológico como um conhecimento para todos.

Contudo, não parece crível que uma alfabetização científica seja possível com base exclusiva nos conhecimentos conceituais e no modelo de transmissão/ recepção tradicionalmente usado no ensino. Assim, há que se buscar enfoques que respondam adequadamente a estes novos objetivos educacionais. E por não se ter a intencionalidade de



mera formação de profissionais para o mercado de trabalho (pós-moderno/ neo-liberal) e sim o exercício da cidadania, é que se faz necessário implementar práticas coerentes com tal perspectiva.

Temos ainda que ponderar sobre as Orientações Curriculares Nacionais que para o ensino de química indicam a necessidade de se trabalhar o conhecimento da química para desenvolver a habilidade de contextualização sócio-cultural dos conhecimentos científicos e tecnológicos.

Para tais objetivos parece adequada a abordagem CTS/CTSA<sup>1</sup> (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente), que como afirmam Ziman e Solomon (1988) *apud* Membiela (2001) apresenta uma dimensão interdisciplinar em oposição ao enfoque disciplinar, por se “estender aos estudos sociais, a geografia e a história”.

Contudo, uma das dificuldades a serem enfrentadas ao se tentar implementar este enfoque pode ser a resistência dos estudantes e professores acostumados com a prática tradicional de ensino-aprendizagem. Tal postura já foi observada frente outras orientações inovadoras no ensino de ciências, como apontam Campanario e Moya (1999) ao falarem sobre o ensino por problemas e a aprendizagem como investigação dirigida.

No tocante ao enfoque CTSA de ensino de ciências há ainda que se superar no Estado do Rio Grande do Norte (RN) outro obstáculo: o desconhecimento dos professores formadores sobre o tema (NUNES et al, 2008; NUNES et al, 2010). Somado à isto tem-se que levar em consideração outro fator complicador da abordagem que são as concepções epistemológicas absolutistas que parecem persistir em grande parte dos formadores. A causa de tal persistência é apontada por alguns autores (ACEVEDO, 2001 e JAFELICE, 2008) como a tendência que os cientistas têm de perpetuar visões estereotipadas de ciência que favoreçam seus objetivos, tais como a idéia de neutralidade e objetividade na pesquisa científica e a imagem transmitida pelos meios de comunicação, ora transmitindo e reforçando uma visão estereotipada sobre a tecnologia ora reforçando o discurso da autoridade científica de maneira acrítica.

Como demonstram Mayor e Forti (1998) a ciência e tecnologia guardam com o poder uma relação estreita que vem sendo modificada através da história. Existindo a partir do surgimento da “Ciência Grande”, um forte engajamento dos governos no financiamento e controle dos resultados científicos e tecnológicos, de forma que “hoje é difícil conceber um projeto científico importante que não envolva um ou mais governos” (MAYOR e FORTI,

---

<sup>1</sup> Não há consenso entre os pesquisadores da área sobre o uso das siglas CTS ou CTSA, sendo adotado para este trabalho apenas CTSA.

1998). Contudo, novas formas de organização do trabalho científico são possíveis e como esclarece Alonso (2008) ao falar sobre o processo de apropriação social da ciência e novas formas de participação cidadã na construção do conhecimento. Seria a este fenômeno que se daria o nome de “pequena ciência” ou Inovação e Desenvolvimento (I+D) Cooperativo, onde os resultados obtidos por “amadores” seriam comparáveis ao de especialistas.

Outras críticas feitas à ciência emergem da:

- a) **a reação acadêmica à racionalidade científicista**, que questiona a indução e aponta o fenômeno da incomensurabilidade entre teorias em um mesmo campo de estudo.
- b) **o ativismo social** que juntamente com a reação acadêmica podem ser tidos como pré-cursos do Movimento CTS. (GARCÍA, LÓPEZ CERESO e LUJÁN LÓPEZ, 2000).

Tendo em vista tais ponderações e o que afirmam Collins e Pinch (2003) sobre a natureza controversa do conhecimento científico, pode-se chegar à conclusão que estes apresentam: a ciência que o cidadão deve conhecer é ciência controversa. Ou nas palavras dos próprios autores ao convidar o leitor a partilhar de suas reflexões na obra *O Golem: “Aprender um pouco sobre ciência (...) mas também aprender muito a respeito da ciência – Aprender a amar o gigante desajeitado que ela é.”* (COLLINS E PINCH, 2003).

Paralelo a essas discussões é crescente o debate sobre a questão ambiental, em virtude dos problemas causados por ações antropogênicas, tais como as mudanças climáticas, contaminação de mananciais e esgotamento de recursos naturais. A esse conjunto de efeitos ambientais e sociais alguns autores (VILCHES et al, 2008) tem chamado de emergência planetária ou situação do mundo, chamando atenção para a insustentabilidade dos padrões atuais de vida.

No entanto, como destacam Vilches et al (2004) a educação em ciências não tem prestado a devida atenção à essa problemática, o que estes pesquisadores constataram através da análise das concepções de professores em serviço e em formação, dos manuais didáticos e dos artigos especializados. Pode-se observar em seus estudos que os agentes envolvidos na educação científica não percebem fatores cruciais da emergência mundial dentre os quais pode-se destacar: o aumento da população, a destruição da diversidade cultural, o consumo exagerado das sociedades ‘desenvolvidas’, conflitos e violência associados a desigualdades sociais, o contínuo crescimento da urbanização de forma desorganizada e a redução dos recursos naturais.

Assim, visto a necessidade de uma perspectiva global para os problemas mundiais, que consiga superar o obstáculo de um tratamento reducionista e pontual até então praticados (VILCHES et al, 2008) se necessita abordar os problemas conjuntamente. Rechaçando a hiperespecialização como estratégia e buscando um entendimento com base na complexidade. (MORIN, 2000).

No ensino das Ciências Naturais e particularmente no de química, o professor deve estar apto para trabalhar as relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) e contribuir com a formação cidadã de seus estudantes.

Considerando que não foram encontrados materiais didáticos voltados à licenciatura em química que trabalhassem as relações CTSA, é que foi proposto o desenvolvimento de um material de apoio às disciplinas de Instrumentação para o Ensino de Química. Material este que não pretende suprir esta lacuna, mas iniciar um debate e incitar a produção de novos materiais.

É importante destacar que a busca por um entendimento das questões sociais que envolvem a tecnologia e a ciência já me inquietavam enquanto discente de graduação e mesmo antes quando aluno de ensino médio do então Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte – CEFET-RN. Essa busca por entender melhor as ciências denominadas *hard* e sua relação com as humanidades que ingressei no curso de licenciatura em química da UERN.

Terminada a minha formação inicial e sentindo a necessidade de aprofundar meus conhecimentos na área de ensino de ciências/química busquei o Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECNM) que me acolheu fornecendo os subsídios para que eu continuasse minhas investigações em estudos CTSA, mas que principalmente me fornecesse o aporte necessário para a prática docente. Oportunizando o desenvolvimento de habilidades e leituras não realizadas na formação inicial.

Diante de tais inquietações e constatações é que se procurou elaborar um material didático para trabalhar o enfoque CTSA no curso de licenciatura em química da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) considerando as atitudes e crenças dos licenciandos sobre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade, o Ambiente e suas inter-relações.

Para alcançar tal objetivo fizeram-se necessárias as seguintes etapas:

- 1- Conhecer as atitudes e crenças dos licenciandos sobre a Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente e suas relações.

- 2- Elaborar um material didático para abordar a relação CTSA no curso de licenciatura em química, com perspectiva interdisciplinar.
- 3- Aplicar o material didático em uma oficina com licenciandos da UERN.
- 4- Coletar as opiniões dos licenciandos sobre a oficina e sobre o material didático trabalhado.

Para isto, no segundo capítulo são descritas as bases teóricas que fundamentaram a pesquisa. Os conceitos de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, as relações e subsistemas do sistema CTSA, o desenvolvimento histórico do movimento CTSA, alfabetização/ letramento científico e tecnológico e a situação de mundo.

No terceiro capítulo descreve-se o percurso metodológico apresentando, para tanto, o contexto do local onde foi realizada a pesquisa, o paradigma norteador, a construção e validação dos instrumentos de coleta de dados, bem como os procedimentos de organização e análise dos dados obtidos.

No quarto capítulo descreve-se e analisa-se os resultados da pesquisa empírica no tocante ao levantamento das atitudes e crenças que os licenciandos em química apresentam em relação às relações estabelecidas entre ciência-tecnologia-sociedade-ambiente.

No quinto capítulo descreve-se a construção do material didático que aborda as relações CTS para licenciaturas em química e sua aplicação em oficinas pedagógicas realizadas na Universidade do Estado do Rio Grande do Norte com estudantes da licenciatura em química do Campus Central – Mossoró e do Núcleo Avançado de Ensino Superior – São Miguel, ambos no RN.

## **CAPÍTULO 2: O MOVIMENTO CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE-AMBIENTE (CTSA) E O LETRAMENTO CIENTÍFICO**

Neste capítulo faz-se uma discussão sobre o Movimento CTSA, partindo de seus antecedentes históricos, suas linhas de pesquisa, consolidação do campo de estudos. Passando em seguida a analisar cada um dos elementos constituintes da sigla (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), e discutindo seus subsistemas de interação (Subsistema sócio-científico, sócio-técnico e tecno-científico). Por fim, discute-se o letramento científico e tecnológico e a formação do licenciado em química.

### **2.1 - ANTECEDENTES E HISTÓRIA DO MOVIMENTO CTS/CTSA**

O movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) ou em inglês (STS) surgiu nos Estados Unidos da América, na educação universitária, entre as décadas de 60 e 70. Esse momento histórico ficou marcado pela efervescência de diversos estudos em áreas limites entre o trinômio CTS, como a existência de duas culturas pregada por C.P. Snow e os limites do crescimento denunciados por Dennis Meadows entre outros.

Como campo de estudo designa tendências diferentes no estudo social da ciência e da tecnologia, surgidas como resposta à relação desequilibrada que a sociedade mantinha com a ciência e a tecnologia (MEMBIELA, 2001 e CERESO, 1998).

Outros autores como Sutil (2008) situam no pós Segunda Guerra e na descrença gerada com os efeitos danosos da ciência e tecnologia durante essa guerra, o surgimento do campo de estudo designado como CTS. O que passa a ser posto em questão naquele instante é a linearidade onde os avanços do binômio Ciência e Tecnologia (CT) são, necessariamente, os avanços do bem-estar social.

García, López Cerezo e Luján (1996) destacam dentro do movimento tradições de pesquisa que foram designadas pela mesma sigla STS, do inglês 1) Science and Technology Studies (tradição Européia) e 2) Science, Technology and Society, (tradição americana).

A primeira voltou-se ao estudo da influência social e os seus antecedentes históricos da construção do conhecimento científico-tecnológico. Iniciada nas universidades européias, essa linha está fortemente embasada na sociologia da ciência e na teoria kuhniiana sobre as revoluções científicas, e por isso caracteriza-se como uma linha educativa. (CERESO, 1998).

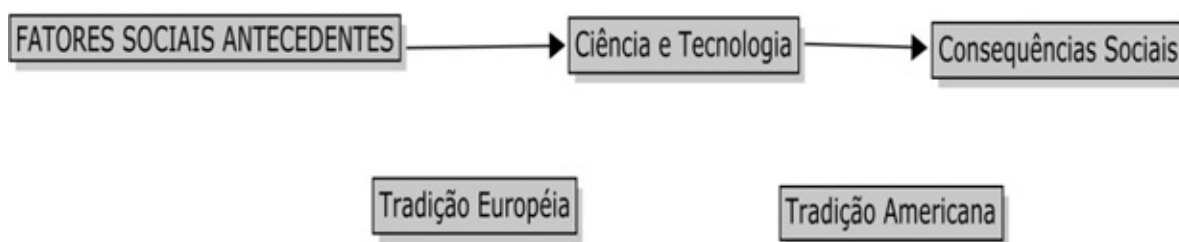
A segunda se ocupou prioritariamente de estudos sobre o impacto que a ciência e a tecnologia tinham sobre a sociedade e o ambiente. Podemos atribuir à tradição americana uma

preocupação pragmática em oposição à tradição Européia que ressaltou aspectos históricos. Suas bases encontram-se principalmente na filosofia e teoria política, tendo a consolidação dos seus estudos se dado fortemente pelo ensino e reflexão política (CEREZO, 1998).

Como ainda destaca esse autor cada uma dessas tradições tem criado seus próprios eventos científicos, revistas especializadas, associações e manuais. Mesmo assim, tendo-se em vista as discordâncias entre as tradições pode-se indicar algum consenso:

- 1- Rechaço à imagem da ciência como atividade pura;
- 2- Crítica à concepção de tecnologia, como ciência aplicada;
- 3- Crítica ao modelo tecnocrático.

O que foi discutido acima pode ser exemplificado na **Figura 2.1** abaixo extraída de García, López Cerezo e Luján Lopez (1996):



**Figura 2.1: Tradições de pesquisa CTSA**

O surgimento desse novo campo de estudos tem suas raízes na reação social e acadêmica frente à visão positivista até então hegemônica García, López Cerezo e Luján Lopez (1996).

Os fatores que confluíram para este surgimento foram as discussões acadêmicas frente ao absolutismo epistemológico, tais como:

- ✚ A discussão sobre o problema da indução (ou problema de Hume);
- ✚ A incomensurabilidade entre teorias científicas concorrentes;
- ✚ As discussões levantadas por Thomas Kuhn em seu livro *A estrutura das revoluções científicas*, sobre a sociologia da ciência, a importância do paradigma para a construção de períodos de ciência normal, a natureza da ciência revolucionária onde diversas teorias concorrentes competiriam para tomar parte em um novo paradigma e o papel da comunidade científica;
- ✚ As discussões sobre a impossibilidade de uma observação neutra, uma vez que toda observação traria um carga teórica que lhe precede.

Outras razões que se podem ser elencadas são as percepções sobre a tecnologia que começam a mudar frente à produção de material bélico e os efeitos ambientais do uso de produtos tecnológicos, denunciado no livro “A primavera silenciosa” de Rachel Carson (MEMBIELA, 2001). Esses fatores são considerados como uma reação social a hegemonia do conhecimento tecno-científico que se expressou de diversas formas:

- ✚ Uma reação social dentro da academia representada pela ação de grupos de cientistas de esquerda como o *Science for people* que denunciavam os abusos cometidos e justificados com o conhecimento científico-tecnológico;
- ✚ Os grupos defensores de tecnologias alternativas, ou tecnologias brandas que não afetassem significativamente o ambiente ou estruturas sociais;
- ✚ A ação governamental frente a reação social, como a criação do EPA (*Environmental Protection Agency*);
- ✚ E principalmente o ativismo social dos mais diversos grupos, mas entre os quais podemos destacar, ambientalistas, feministas e grupos pacifistas.

É interessante notar que GARCÍA, LÓPEZ CERESO e LUJÁN LOPEZ (1996) apontam para a consolidação do movimento em paralelo com a consolidação do ativismo social referente às causas sociais e tecnológicas, o que reforça a idéia de que a cidadania tem um papel fundamental na gestão dos produtos e artefatos tecnológicos.

Como exemplo dos estudos CTS que vêm de encontro às linhas tradicionais de pensamento podemos citar a história da técnica e da tecnologia. Segundo Sanmartín (1992) esta tinha uma base linear, descritiva, simplista e neste sentido tornava-se um “*fator de legitimação do imperativo tecnológico*”.

O desenvolvimento tecnológico seria o motivo de um crescente bem-estar social, por isso não se poderia refrear seu progresso. Os estudos no campo da história da técnica, no entanto, chamam atenção para aspectos negativos associados a produtos tecnológicos, tais como impactos ambientais.

Segundo Sanmartín (1992) ainda que a visão de uma tecnologia que leva invariavelmente ao bem-estar social seja uma visão ingênua, seus usos não o são. Desta forma a história da técnica tem um papel importante quando não aborde apenas o desenvolvimento de artefatos técnicos em uma sucessão progressista.

Outra preocupação dos estudos CTS são as definições sobre os sistemas formados pela Ciência-Tecnologia-Sociedade. Ainda que cada um desses elementos tenha suas

especificidades, Santos (2001) fala em três sistemas que podemos analisar, como já discutido anteriormente:

- 1- Sistema tecno-científico;
- 2- Sistema sócio-científico;
- 3- Sistema sócio-tecnológico.

Cada um desses sistemas representa um contínuo de interações mútuas entre os citados elementos. Aqui cabe ressaltar que estas relações não são unidirecionais. Assim, no sistema tecnocientífico, a ciência pode constituir-se enquanto fator de desenvolvimento para a tecnologia, mas o sentido inverso também é possível, uma vez que a tecnologia pode preceder a ciência e lhe oferecer os elementos necessários ao seu desenvolvimento.

Cerezo (1998) sumariza três grandes direções tomadas pelo movimento CTS desde sua origem, que seriam:

- ✚ No campo de investigação, os estudos CTS tem proporcionado uma reflexão contextualizada para a construção do conhecimento científico enquanto um processo social;
- ✚ No campo político tem defendido o controle social da ciência e da tecnologia e a criação de mecanismos democráticos desse controle.
- ✚ Na educação, tem impulsionado o aparecimento de inúmeras propostas e materiais didáticos que visem discutir a ciência e a tecnologia como processos sociais.

Dentro das pesquisas realizadas nesse campo de estudos Acevedo Diaz e Acevedo Romero (2009) escolhem os seguintes temas para uma revisão sobre a produção científica da área como temáticas de maior relevância dentro do movimento:

- Currículo, projetos e materiais CTS: fundamentos;
- Epistemologia e natureza da ciência;
- Avaliação CTS: fundamentos e metodologia;
- Educação tecnológica;
- Gênero, ciência e tecnologia.

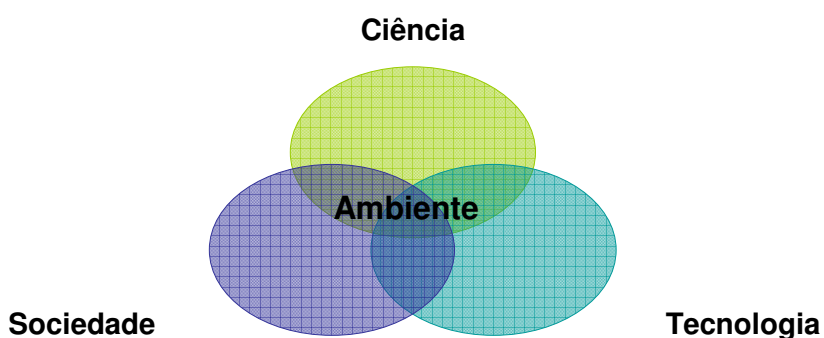
No tocante à denominação CTSA, como afirma Tomazello (2009) em sua palestra sobre o movimento CTSA, a letra “A” foi incorporada à sigla tradicional CTS, quando da



transposição do campo de estudo para o ensino de ciências, como forma de dar ênfase às questões ambientais.

Ainda que não haja consenso sobre a sigla mais adequada e havendo inúmeras propostas (CTA – Ciência, Tecnologia e Ambiente, CTCA – Ciência, Tecnologia, Cultura e Ambiente, CTSAE – Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente e Educação) adotaremos a sigla CTSA que traduz a importância que o ambiente têm nas relações socio-científico-tecnológicas.

A **Figura 2.2** representa as relações estabelecidas pelo sistema CTSA.



**Figura 2.2: Representação das Relações CTSA**

## 2.2 - AS RELAÇÕES CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE.

### 2.2.1- A ciência

Podem-se fazer diversas indagações sobre a ciência, estas vêm sendo feitas no campo da epistemologia. Mas afinal o que seria ciência? Esta é aparentemente uma questão para a qual não temos uma resposta definitiva. Mesmo assim, podemos fazer algumas considerações sobre o que pode ser tido como consenso entre alguns dos epistemólogos mais destacados. Partimos então do que afirmam Gil-Pérez et al (2001) para elaborar uma síntese possível.

Não existe um único método científico e como afirma Santos (1999) “diferenças de objetos de estudo levam a diferentes práticas”. O que sugere que cada ciência tem seus próprios métodos de pesquisa. Se esta afirmação é aceita, então a falsa crença em um algoritmo exato para a construção do conhecimento científico deveria ser abandonada. O que

se nota, porém é que a ciência veiculada nas escolas continua a reproduzir este que se tornou um mito.

Outra ideia que deriva desta e que se apresenta como outro aparente consenso é a de que não existe uma ciência, mas diversas ciências. Como comparar os métodos aplicados ao estudo da química aos métodos ao estudo da psicologia da aprendizagem, ou da história? Enquanto na química há a possibilidade de manipulação e experimentação projetada, a história não pode ser reconstruída experimentalmente.

Mesmo entre as ciências naturais e exatas, ainda que estas compartilhem pontos de vista teóricos e mesmo paradigmas, seus objetos de estudo exigem do pesquisador um tratamento específico. A biologia e a química, possuindo pressupostos em comum (o atomismo, por exemplo) distanciam-se do ponto de vista metodológico.

Outro aspecto relevante é o caráter social e histórico que envolve a ciência. A ciência é construída dentro de uma sociedade e de um momento histórico, sendo influenciada por este contexto, mas também influenciando e transformando tal contexto. O conhecimento pode ser percebido (idealizado) como a resolução de problemas (teóricos ou experimentais), sendo desejável que o professor ao abordar em sala seu conhecimento específico (química, física ou biologia) contextualize os problemas e as razões históricas que levaram a construção dos conhecimentos científicos.

Por fim, mas talvez a maior crítica que a maior parte dos epistemólogos modernos fazem ao pensamento positivista sobre ciência, é a impossibilidade de uma visão empirista-indutivista e ateórica.

Um químico em seu laboratório, quando projeta seu experimento, possui uma hipótese sobre a natureza do seu objeto. Sobretudo, possui uma teoria que lhe explica as possibilidades (o atomismo). Sua observação não será neutra, uma vez que a observação está associada às possibilidades de percepção e experiências sensoriais do observador. Ressalta-se ainda que seu trabalho não acaba com a sistematização dos dados. Há um trabalho criativo de modelização da 'realidade'. Kekulé possuiam todos os dados e, no entanto, o modelo da ressonância em anéis benzênicos não apareceu de imediato, a criatividade também possui um papel importante na ciência, e esta possui muito de teoria sobre os dados.

Depois dessas considerações pode-se acrescentar como uma tentativa de síntese o que afirmam Santos e Schnetzler (2003): “a ciência deve ser considerada como uma busca de conhecimentos socialmente construídos que sofre influência tanto da tecnologia - facilitando

ou limitando as pesquisas científicas - como da sociedade, que pode direcionar os rumos dessa ciência.”

### 2.2.2- A tecnologia

Diversos autores (DEMO, 2001; CAJAS, 2001; CHASSOT, 2006) afirmam que a humanidade encontra-se imersa em uma sociedade marcada pelas transformações geradas pela tecnologia de tal forma que nossa sociedade chega a ser denominada de sociedade tecnológica. Como se percebe no cotidiano (escolar, comunitário, científico) a tecnologia se insere nas vidas humanas das mais diversas formas: cosméticos, combustíveis, medicamentos, tecnologias da informação, equipamentos eletrônicos os mais diversos. No entanto, como sinaliza Santos (1999) pouco ou nada caminhamos no sentido de entender essa tecnologia em seu significado, sua ação sobre o mundo e sua utilização pelo cidadão comum.

E ainda como demonstra Silva (2003), há um despreparo dos professores de química para tratar das questões tecnológicas na educação química. De onde surge a necessidade de discutir, mesmo que com brevidade, alguns conceitos relacionados a tecnologia.

A técnica e a tecnologia são termos que sofrem de uma polissemia notável. A técnica tem origem grega “tchnè” significando arte ou habilidade (Santos, 2001), sendo assim, está relacionada ao saber fazer, saber transformar – um conhecimento prático que visa a manipulação e transformação da natureza. Mesmo que muitas vezes lhe seja dada identificação com os produtos técnicos (computadores, televisores, celulares, HPL’s, Espectrofotômetros, ...), esse conceito restrito não traduz o real significado que pode ser atribuído ao termo.

Gotti apud Santos (2001) define técnica como: “conjunto depurado de meios de ação e de métodos de ação num domínio humano”, aos quais classifica em:

“\* Técnicas individuais: ‘práticas de transformação que têm por objecto as realidades psíquica e corporal do indivíduo’(técnica de meditação, educação física...);

\* Técnica social: ‘conjunto de práticas de transformação que têm por objecto as relações entre os indivíduos’ (técnicas de combate, de educação, de governo, de administração...);

\* Técnicas intelectuais: ‘práticas metodológicas cujos obectos revelam do domínio intelectual, como as que permitem a resolução de um problema ou de um enigma’(técnica de cálculo, metodologia geral...);

\* Técnicas do real: ‘conjunto de práticas que têm por objecto a modificação do mundo exterior imediato quer de natureza orgânica quer inorgânica’.”

Somente esta última categoria corresponderia a técnica com a qual estamos acostumados. A técnica que visa a transformação de uma realidade, mediante o emprego de meios e esquemas de ação, valendo-se ou não de artefatos técnicos.

Outra definição que pode nos ser significativa é a de Santos ao tratar do componente cognitivo da técnica:

...o conhecimento técnico tem a propriedade de conceder poder no campo de ação prática e de possibilitar intervenções efetivas no ‘mundo do fazer’, como resposta a necessidades concretas, reais ou fictícias. No conhecimento técnico dá-se ênfase à criação (criatividade), ao ‘design’, à síntese, à fabricação, à obtenção de coisas úteis, à resolução de problemas reais, à satisfação de necessidades... (Santos, 1999).

Sendo assim, o fazer técnico não se confunde com a mera reprodução de um algoritmo seqüenciado, uma série de passos a serem seguidos para a obtenção de um fim. Há também, um componente criativo que se expressa na resolução dos problemas e satisfação de necessidades quer materiais quer oníricas (Santos, 1999), ou que em alguns momentos também cria necessidades em função de seu desenvolvimento.

Após essas considerações iniciais sobre a técnica, nos voltemos às compreensões do que seria a tecnologia. Em sua origem também a partir do grego, temos dois termos: “*tchenè*” e “*logus*”, então esta poderia ser entendida como o estudo da técnica, em uma perspectiva similar à da epistemologia para a ciência.

Porém podemos fazer outra aproximação ao significado de tecnologia que não da origem do termo, uma vez que parece pouco aceitável que a tecnologia se resuma ao estudo teórico da técnica.

Quando se pondera sobre o sentido atribuído a tecnologia, nota-se que para a maior parte das pessoas, esta se associa aos produtos tecnológicos da informática e eletroeletrônica tais como: computadores, televisores, celulares, leitores óticos. Essa conceitualização confunde o produto com a própria tecnologia, e ainda pode excluir produtos tecnológicos tão importantes quanto os acima citados.

A tecnologia enquanto fazer humano, socialmente contextualizado não exclui a teorização, mas volta-se a resolução de problemas e diferente da ciência seu objetivo não é o de explicar o objeto, e sim transformá-lo, à medida da necessidade. Não se confunde assim

com a técnica, pois possui aspectos que esta primeira não contempla. Kline apud Silva (2003) afirma que a tecnologia possui três aspectos:

- ✚ Aspectos culturais, nos quais está incluído o sistema sócio-técnico de uso;
- ✚ Aspectos organizacionais, nos quais enquadra-se o sistema sócio-técnico de manufatura;
- ✚ Aspectos técnicos, nos quais se inserem o *hardware* (componentes físicos, objetos de produção humana) e *Know how* (saber fazer, competências e habilidades para executar as tarefas).

Desta definição entende-se, por fim, que a tecnologia compreende a técnica (*hardware* + *know how*), mas não pode ser confundida com esta, uma vez que também apresenta aspectos organizacionais e culturais, não pertencentes àquela.

### 2.2.3 - A sociedade

A sociedade pode ser entendida enquanto instituição humana que é “obra do grande imaginário coletivo anônimo” (Castoriadis apud Santos, 1999), alicerçado na cultura. Este seria o elemento unificador que transformaria uma comunidade – conjunto de pessoas – em uma sociedade. São elementos constituintes da cultura a língua, tradições, crenças, que se produzem e reproduzem a cada geração (MORIN apud SANTOS, 1999).

Sabemos que a além da ciência e tecnologia a sociedade faz uso de outros elementos para interpretar e comunicar a realidade, sendo esses a opinião, as crenças, a cultura, o senso comum, os mitos e as utopias<sup>2</sup>.

De todos esses elementos as crenças e utopias, têm um papel fundamental nas sociedades, foram as utopias geradas nos séculos passados que nos influenciaram fortemente a construção de nossa sociedade. Mesmo que não realizáveis estas influenciaram fortemente as ações humanas no contexto social.

As utopias têm, pois um papel fundamental na interação entre a sociedade, a ciência e a tecnologia, pois impulsiona com suas forças oníricas a realização dessas últimas. Contudo, ideais utópicos também guiaram atrocidades e barbárie no século XX, em muitas dessas a ciência e tecnologia tiveram importante função. Basta que se lembre da bomba atômica, armas químicas e biológicas, e as atrocidades cometidas pelos médicos nazistas nos campos de concentração.

---

<sup>2</sup> A utopia pode ser entendida como uma crença em uma profunda transformação social que se trará uma melhoria substancial à forma de viver da humanidade.

Dada a brevidade com que se propõe a discutir o tema, mais do que definir ou trabalhar possíveis definições sobre o que é a sociedade, optou-se por discutir características fundamentais de um tipo de sociedade, a que se convencionou chamar “sociedade da informação”.

A atual sociedade é profundamente marcada pela ciência e tecnologia, mas talvez o principal elemento que a diferencie dos demais estágios sociais (sociedade feudal, sociedade industrial) seja o tratamento e importância que damos a informação. Hoje além de produtos materiais, consumimos também informação nas suas mais variadas formas: filmes, jornais, e-book's, música, cursos..., só para citar alguns.

A comunicação enquanto um valor social vem ganhando progressivamente maior espaço, disseminando-se mais rapidamente do que nunca na história da humanidade. Mas que informação é essa que se dissemina com tal velocidade?

Antes seria melhor chamar de dados desconexos ao que atualmente tem se designado genericamente por informação. A produção massiva de novos conhecimentos e sua comunicação baseada no sensacionalismo não favorece a compreensão global. Inversamente é tão alienante quanto o não saber.

Mover-se nesse contexto de exploração da comunicação é organizar os dados factuais de forma a convertê-los em conhecimento, em esquemas mentais que nos possibilitem compreender e interpretar o mundo (social, científico e tecnológico).

Outros aspectos marcantes e caracterizadores dessa sociedade na qual estamos inseridos são a globalização e o consumismo.

A globalização é um processo antigo que acompanha a história humana. Alguns situam seu início nas “grandes navegações” européias, mas interessa nesse momento a globalização atual e seus efeitos sobre a sociedade. Esta tem se caracterizado muito mais pela interação econômica que descentraliza a produção e que tendem a universalizar um “modo de ser”. Tal como se configura tem ajudado a disseminar tecnologias e informação de forma desigual, excluindo no processo aqueles que não podem ter. A globalização tem também se constituído em um assassinio cultural, onde culturas locais são oprimidas por uma cultura de massa, sendo essa perda da diversidade cultural uma das grandes ameaças que configuram a situação de emergência planetária na qual nos encontramos (Vilches et al, 2008).

O consumismo é outra característica marcante da sociedade na qual nos encontramos inseridos. A publicidade e o marketing têm sido convertidos em potentes arsenais de

alienação cultural, onde se associa a um objeto, por um processo de ‘fetichismo’, qualidades às quais em realidade não possui.

Uma comunidade à mercê de grandes marcas e indústrias? É assim que devemos nos ver?

A educação tem uma importante missão nesse cenário. Uma sociedade onde a informação é utilizada para alienar; a aparente integração das nações e pessoas em partes diferentes do mundo representa apenas uma forma de exclusão mais cruel do que o colonialismo clássico; e as pessoas valem mais pelos objetos de fetiche que conseguem comprar do que por seus valores e conhecimento. Essa não pode ser uma sociedade sustentável, de onde emanem sentimentos de fraternidade e solidariedade. Não há recursos naturais suficientes para que todos possam consumir nos padrões dos países desenvolvidos, de tal forma que manter uma sociedade do consumo nos moldes atuais significa manter a exploração de poucos sobre muitos. Uma gama de miseráveis que sustenta a possibilidade de poucos possuírem o supérfluo e descartável.

#### 2.2.4 - A tecnociência

Como falar de ciência e não falar (pensar) em tecnologia? Como já apontado inicialmente a ciência e a tecnologia são domínios distintos e como tal com objetivos e métodos diferentes.

Basta deter-se aos objetivos destas, para que se possa vislumbrar suas especificidades. Enquanto a ciência está guiada para a busca do conhecimento no entendimento da natureza, a tecnologia volta-se a resolução de problemas práticos; o cientista objetiva a publicação dos seus estudos em revistas do campo acadêmico, já o tecnólogo busca a obtenção de patentes sobre os objetos/processos desenvolvidos.

Mas há ainda tendência a identificar a ciência e tecnologia enquanto o todo no qual a primeira produz conhecimento e a segunda o aplica. Muito mais do que mero senso comum, visões que condicionam a tecnologia a uma mera aplicação da ciência têm suas raízes históricas. Uma vez que a ciência até o Renascimento voltou seus esforços para entender a natureza dos seus objetos de estudos, um saber especulativo e contemplativo (Hottois, 1992 apud Santos, 1999), sem a preocupação com a prática. A partir dessa visão de ciência que se perpetua é que se imagina a tecnologia como “um braço operativo” da ciência, porém essa concepção de ciência foi mudando durante os séculos seguintes.

O advento da ciência moderna marca um avanço no sentido de aproximação entre ciência e técnica, principalmente com a forte inserção da matemática nas interpretações científicas da realidade. Mesmo assim, a tecnociência, tal como se conhece hoje, começa a constituir-se de fato durante e após as duas grandes guerras mundiais. A construção das bombas atômica, biológicas e de hidrogênio, a corrida espacial, construção de satélites, são bons exemplos de produtos gerados pela interação da ciência e tecnologias.

É claro que os efeitos da tecnociência não são apenas negativos, podemos citar diversos objetos/processos que influenciam positivamente as vidas humanas, tais como satélites espaciais que cumprem um papel notável na transmissão de informação, novos materiais, medicamentos, processos de refino e exploração de petróleo.

Diante da impressionante inserção que a tecnociência tem nas vidas humanas faz-se importante questionar o que este subsistema de interação significa.

Dá-se esse nome à interação da ciência e tecnologia, onde os avanços de uma significam o desenvolvimento da outra, sem hierarquia em um movimento de retro-alimentação. Podemos exemplificar essa afirmação da seguinte forma dentro do campo da química: o desenvolvimento da CLAR (Cromatografia Líquida de Alta Resolução) foi feito usando diversos conceitos da ciência (eletromagnetismo, estudo das soluções, estudo de estado da matéria e forças de atração entre partículas) para a produção do *hardware* e exige os mesmos conhecimentos para o manuseio do equipamento - *know how*.

A existência dessa técnica proporcionou um avanço significativo para a ciência, especialmente para a química orgânica e o estudo dos produtos naturais, representando por sua vez um avanço na tecnologia.

Como se pode notar nesse exemplo não há uma subordinação entre técnica e conhecimento científico, ambos influenciam-se mutuamente. Ainda que muitos acreditem que a tecnologia seria tão somente a aplicação dos conhecimentos científicos pode-se discordar dessa afirmação. A história tem mostrado que por vezes a tecnologia precede a ciência como no caso da construção do telescópio, ou da termodinâmica.

Galileu utilizou o telescópio para construir seus modelos astronômicos antes que a física óptica tivesse feito qualquer avanço no sentido de explicar o funcionamento dessa ferramenta. Já a utilização de máquinas térmicas precedeu a formulação teórica da termodinâmica, por outro lado o que parece ter acontecido foi a emergência da termodinâmica em função da necessidade de explicar o funcionamento dessas máquinas.



O fato é que não se pode ignorar que atualmente a ciência voltou-se a um utilitarismo e à necessidade de um conhecimento para a ação, o que deve ser objeto de estudo e ensino em todos os níveis de escolaridade para uma adequada compreensão da ciência e da tecnologia.

No caso particular da química, o que significa falar em ciência química e tecnologia química? Ao deter-se sobre essa questão pode-se notar que muitas das pesquisas no campo da química encontram-se na interface ciência/tecnologia: pesquisas sobre processos catalíticos, sobre a despoluição de águas, sobre polimerização e estruturas moleculares de produtos naturais.

Para sintetizar os aspectos da tecnociência pode-se recorrer a Santos (2001), quando elenca aspectos que indicam a interdependência da ciência e da tecnologia:

Os avanços e poder de uma se transformam nos avanços e poder da outra. Conjugam a sanção da verdade com a sanção da eficácia. São condição e consequência uma da outra; A ciência cria novos seres técnicos e a técnica cria novas linhas de objetos científicos. Ambas recorrem aos conhecimentos e aos processos técnicos existentes, para continuá-los ou refutá-los. Cada uma se serve dos recursos da outra, criam instrumentos uma para a outra. Existem equipes interdisciplinares que incluem cientistas e tecnólogos. A 'ciência estratégica' tem se aproximado da tecnologia na medida em que tem privilegiado, cada vez mais, o aspecto operativo. (SANTOS, 2001).

Por fim, devemos ressaltar que mesmo com a crescente interdependência ambas preservam sua individualidade. Mesmo que grande parte da ciência esteja sob a ideologia de uma eficiência e pragmatismo, o objetivo desta é, em princípio, entender a natureza.

#### 2.2.5- Subsistema sócio-científico (CS)

Quando se questiona sobre qual a influência que a sociedade exerce sobre a ciência, grande parte das pessoas pensa imediatamente sobre a escolha dos temas científicos. A ciência seria voltada a resolver os problemas sociais. Se inversamente perguntar-se sobre a influência da ciência na sociedade as respostas também estarão ligadas ao mesmo pensamento, o conhecimento científico possibilita à sociedade a resolução dos seus problemas.

Ao deter-se sobre essas idéias nota-se claramente que se referem não ao escopo do que poderia ser considerado a ciência moderna, que buscaria sobretudo, o conhecimento verdadeiro da realidade. Estaria muito mais próximo à ciência pós-moderna que busca o

conhecer para intervir. Contudo, como argumenta Hessen (1984) mesmo os trabalhos de Newton, possuem motivações sociais e estão ligados a problemas práticos das navegações, mineração e balística.

Ademais dessa relação, já levantada, pode-se elencar outras que se fazem sentir no subsistema Sócio-Científico (CS).

Quando se pensa que a ciência busca entender e resolver os problemas que as pessoas possuem há que se pensar que a própria sociedade não é homogênea, pelo contrário, é formada por muitos sub-grupos com interesses antagônicos. Partindo desse pressuposto temos um entendimento diferente sobre o papel do conhecimento científico na resolução de problemas. Os problemas para os quais se busca solução não são de toda a sociedade, mas de uma parte desta. Assim, pode-se entender o porquê da criação da bomba atômica. A bomba é uma resposta a uma necessidade particular de um grupo social, ainda que para a maior parte das pessoas do mundo seja uma ameaça e preocupação, representa uma afirmação de poder de certo grupo/país sobre os demais. O que leva a relação ciência-poder e a negação da neutralidade da primeira.

Como afirma Forti (1998) a ciência e tecnologia guardam com o poder uma relação estreita que vem sendo modificada através da história. Existindo a partir do surgimento da “Ciência Grande”, um forte engajamento dos governos no financiamento e controle dos resultados científicos e tecnológicos, de forma que hoje seria difícil encontrar “um projeto científico importante que não envolva um ou mais governos” (FORTI, 1998).

Além do poder material, na construção de material bélico ou na produção econômica, a ciência também opera no campo da ideologia, é o que discute Forti (1998) ao analisar o papel da ciência na antiguidade. Para este autor a teoria atômica representou naquele momento uma revolução no pensamento da época. Se tudo era formado por átomos em arranjos definidos por suas propriedades, também a alma humana era formada por átomos e se desintegraria após sua morte. Assim, os discípulos de Epicuro pretendiam realizar uma separação entre religião e leis naturais, imaginavam que por ser mortal o homem era livre para viver suas vidas conforme suas disposições sem temer a fúria dos deuses, que não interfeririam nas leis naturais.

Aqui também se pode notar outro papel da ciência com relação ao poder – o de revolta contra o poder estabelecido. O atomismo foi “a arma com que uma minoria esclarecida tentou, infelizmente em vão, dismantelar a estrutura de poder da época” (FORTI, 1998).

A ciência guarda com o poder uma estreita relação, mas tanto pode ser arma de dominação, como arma de resistência a um poder estabelecido. A dificuldade que se impõe é como pensar um conhecimento científico a favor das camadas desfavorecidas e aliadas desse conhecimento, se quem financia a construção científica são principalmente grupos que detêm o poder em suas mãos?

Podemos inicialmente pensar em alguns elementos:

✚ Novas formas de organização do trabalho científico são possíveis como esclarece Alonso (2008) ao falar sobre o processo de apropriação social da ciência e novas formas de participação cidadã na construção do conhecimento. Seria a este fenômeno que se daria o nome de “pequena ciência” ou Inovação e Desenvolvimento (I+D) Cooperativo, onde os resultados obtidos por “amadores” seriam comparáveis ao de especialistas. É o que atualmente acontece no campo da informática, onde softwares desenvolvidos em rede, de forma colaborativa, ameaçam o monopólio de grandes empresas produtoras de softwares.

✚ O letramento científico (Santos, 2006) e tecnológico dos cidadãos para que estes possam ter uma participação cidadã num mundo marcado pela presença da ciência.

Outro olhar sobre as relações no subsistema CS é o papel da comunidade científica. Como já discutidos anteriormente, na perspectiva de Kuhn, o paradigma de uma comunidade científica determina o que é aceito dentro de um campo científico, em termos de metodologias, questões e respostas aceitáveis. Assim, a comunidade científica exerce uma seleção sobre as possibilidades de interpretação do real.

Posições mais extremadas como a de Feyerabend (2006) apontam para um determinismo social sobre o conhecimento científico, ou em outros termos o conhecimento científico é uma construção totalmente social e não uma interação entre elementos objetivos da realidade, a subjetividade do observador e o consenso da comunidade.

Para fins desse trabalho adota-se a postura expressa por Santos (2001), quando afirma sua crítica a posições extremadas do relativismo científico. Não se pode imaginar que tudo seria possível com base no consenso de um grupo de cientistas, mas se opõe a esta quando afirma que não se pode pensar no ensino de ciências como o ensino de uma cultura. Para tanto, adota-se a postura de MORTIMER (2000) quando afirma ser um dos papéis da escola promover a enculturação científica.

Como argumentam JÚLIAN, GÓMEZ CRESPO e MARTÍN-DÍAZ (2001), a ciência faz parte da cultura. Uma vez que a cultura poderia ser entendida como conjunto de modos de vida e costumes, conhecimentos e grau de desenvolvimento artístico, industrial e científico

em uma época ou grupo social. Ou ainda, se poderia entender a ciência enquanto uma cultura à medida que esta apresenta uma linguagem própria, comunidade, conjunto de normas e conduta, interesses e valores próprios.

E, portanto, o ensino de ciência deve ser encarado como um processo de enculturação, tendo-se em vista a preocupação de não se ter uma atitude etnocêntrica, que desvaloriza a cultura do outro por creditar à sua cultura superioridade sobre às demais.

## 2.2.6- Subsistema Sócio-Tecnológico (ST)

As relações entre a sociedade e a tecnologia são tão complexas quanto às estabelecidas nos demais subsistemas de interação acima discutidos. Tal como o subsistema sócio-científico, este possui aspectos lembrados com maior frequência em detrimento de outros negligenciados.

Assim, poder-se escutar facilmente alguém falando dos impactos que a tecnologia provoca na sociedade, de como a sociedade muda em função das novas tecnologias e de como novas tecnologias proporcionam novas formas de ver o mundo. Esse aspecto do subsistema ST precisa ser debatido, principalmente na educação científica, dado o caráter fatalista que se confere usualmente a essa interação.

Veicula-se que o progresso tecnológico é inevitável e irrefreável, cabendo às pessoas apenas se adaptar o mais rápido possível. E nesse percurso quantas pessoas ficam excluídas por falta de acesso aos meios tecnológicos produzidos ou pela incapacidade de absorver essas novas tecnologias em suas vidas?

Inegavelmente a tecnologia tem alterado a forma do homem viver, se comunicar com os demais e interagir com a natureza, contudo não se pode imaginar que esse processo é auto-conduzido. A produção e incorporação da tecnologia no meio social é determinada não apenas pela necessidade do artefato, mas sobretudo por uma lógica de consumo que obriga as pessoas a consumir sem refletir a sobre necessidade do novo objeto.

Ao tratar sobre o tema Santos (1999 e 2001) destaca duas categorias de interação no binômio ST:

- A sociedade como motor da tecnologia;
- A tecnologia como motor da sociedade.

Como motor da tecnologia a sociedade tem um papel essencial na elaboração de respostas técnicas e, portanto, se interpõe questionamento na própria elaboração de projetos técnicos que seriam segundo Santos (1999):

[Os projetos técnicos...] São fiáveis?  
Permitem atingir o objectivo?  
Entram em conflito com a lei?  
São satisfatórios do ponto de vista estético?  
São financeiramente rentáveis?  
Levantam problemas sociais?  
Levantam problemas éticos?

Grupos sociais dominantes dentro de uma sociedade possuem necessidades e limitações sobre as quais a tecnologia é levada a agir. Mas muito das produções tecnológicas são voltadas não à satisfação de uma necessidade material, mas à realização de sonhos (SANTOS, 1999). São esses sonhos que se materializam em produtos técnicos que nos possibilitam realizar o antes impossível.

Outras formas de intervenção na construção do conhecimento técnico se tratam dos modelos econômicos e político-ideológicos. Os artefatos são criados de forma condicionada aos fatores financeiros de sua produção, disseminação e comercialização. Aqui a sociedade de consumo e o capitalismo moderno têm um importante papel, e nosso cotidiano está “inundado” de exemplos de como agem estes atores. Produtos eletro-eletrônicos, químicos e alimentos processados são veiculados diariamente por campanhas comerciais, sendo em seguida substituídos com igual velocidade por novos produtos que prometem novas utilidades (menor teor calórico, novos recursos audiovisuais,...).

De outra maneira a tecnologia também provoca alterações nas populações e comunidades, basta que se observem os exemplos da farmacologia e da engenharia médica que tem contribuído para o prolongamento da vida e o tratamento de doenças antes impensáveis.

Mas talvez uma das mais sentidas alterações provenientes do uso de artefatos seja a alteração na relação homem-conhecimento, de tal forma que a sociedade atual se autodenomina “Sociedade do Conhecimento”. Algo que se torna possível com o avanço dos meios de comunicação e da impressionante velocidade de disseminação de informações. Hoje, como nunca antes na história da humanidade a informação se tornou essencial e sua veiculação tornou-se uma questão de competitividade entre países e empresas.

Os processos industriais relativos à química também atuaram de forma impactante na organização social, desde a produção de alimentos que implicaram em uma nova forma de relacionamento com nossa alimentação até a produção de novos materiais que deram suporte à revolução eletro-eletrônica.

#### 2.2.7- O ambiente e a Sociedade

A preocupação ambiental sempre acompanhou o movimento CTSA, desde o seu surgimento. A publicação do livro ‘*A primavera silenciosa*’ de Rachel Carson é talvez a representação de como a emergência de uma ética referente ao ambiente e as inter-relações entre o conhecimento técnico-científico e a sociedade sempre caminharam juntas ao longo das últimas décadas.

Mas antes de tentar discutir como cada elemento do trinômio CTS interage com o ambiente se faz necessário perguntar sobre que definição dada a Ambiente ou Meio Ambiente.

Inicialmente observe-se a definição dada enciclopédia *on-line Wikipédia segunda a qual o ambiente* “é o conjunto de elementos observados na paisagem terrestre, ou seja, a, obras humanas de dimensão considerável, corpos de água, a luz, a sociedade humana, etc.” Um ambiente assim entendido poderia ser dividido em dois tipos de elementos constitutivos: os naturais e culturais. Mas essa definição torna-se limitada por não incluir os demais seres vivos enquanto parte integrante do ambiente. Já Santos (1999) nos traz elementos ao discutir essa categoria, nos apontando que o meio ambiente seria a biosfera e também a cultura.

Santos (1999) afirma que não se pode dissociar o ambiente do homem a não ser para fins de análise didática, visão aqui compartilhada. O ser humano faz parte do ambiente tal como os demais animais e seres vivos, contudo que relação há entre sociedade e ambiente? Alguns autores defendem que a sociedade é um subsistema que se encontra contido no ambiente.

Adota-se aqui a essa perspectiva por entender-se que não só a sociedade, mas também a ciência e a tecnologia se dão em um local e fazem uso e são objeto de interação com elementos materiais, seres vivos e ecossistemas.

Essa interação nos remete a responsabilidade humana com o meio ambiente e ao discurso de uma ética ambiental emergente. Tal ética é discutida por Mitcham (1996) que relata as ambivalências na construção de uma consciência frente ao meio ambiente. Segundo

esse autor a compreensão da ética está condicionada a dois outros conceitos: o de conservação e o de preservação. Enquanto o primeiro volta-se a uma gestão dos recursos naturais sempre tendo em vista as necessidades humanas, o segundo trata de uma visão que confere um valor intrínseco à natureza, independente de seu valor para o homem.

Santos (1999) afirma que a ética ambiental trata principalmente de questões ligadas a tecnociência e a influência negativa que esta tem na natureza, citando as categorias levantadas por Christensen (1991) para a ética em relação a natureza:

- ✚ Ética egocêntrica: focada no indivíduo e suas necessidades, sob essa perspectiva o que é bom para o indivíduo é bom para a sociedade;
- ✚ Ética antropocêntrica: que se baseia no entendimento de que deve ser buscado o bem estar social, e de que devem ser satisfeitas as necessidades da maior parte da comunidade;
- ✚ Ética ecocêntrica: que confere a todo o ambiente sua importância e a necessidade de preservação dos seres vivos, mas também dos elementos inanimados.

Eckersley (1992) apud Távoralo (2000) também caracterizam a ética antropocêntrica e ecocêntrica:

"o primeiro 'approach' [antropocêntrico] é caracterizado por sua preocupação de articular uma teoria política que ofereça novas oportunidades para a emancipação humana e sua realização numa sociedade ecologicamente sustentável. O segundo 'approach' [ecocêntrico] persegue esses mesmos objetivos no contexto de uma noção mais ampla de emancipação que também reconheça o lugar moral do mundo não-humano e almeje assegurar que ele também se realize nas suas várias maneiras"(ECKERSLEY, 1992).

Com base nesses argumentos Távoralo (2000) identifica a postura antropocêntrica com a idéia de preservação, surgindo ambos dos limites do planeta e dos efeitos negativos que a ação humana descontrolada causou aos próprios grupos humanos. Assim, a ação volta-se a busca da maioria da sociedade (inclusive as gerações futuras). Contrariamente o movimento ecocêntrico por conferir valor intrínseco a cada ser são identificados com os movimentos de conservação por entenderem o mundo como:

"intrinsecamente dinâmico, uma rede interconectada de relações nas quais não há entidades absolutamente discretas e não há linhas divisórias absolutas entre o mundo vivente e o mundo não-vivente, seres inanimados e animados,

ou mundo humano e mundo não humano" (ECKERSLEY, 1992 apud TAVOLARO, 2000).

A busca da construção de uma ética ecocêntrica seja talvez, uma das maiores contribuições que o enfoque CTSA objective, pois esta se caracteriza como uma consciência baseada no cosmos e na percepção de que os seres vivos e elementos inanimados (rios, lagos, montanhas,...) devem ser respeitados, por ter um valor próprio e não apenas por ter uma funcionalidade ligada aos interesses sociais.

A emergência dessa ética está situada historicamente na alteração das formas de interação homem-natureza. Enquanto a ação humana podia ser ‘absorvida’ pela natureza, não havia a necessidade de um pensar sobre esta, a urgência de um pensamento de natureza ética surge quando os impactos da ação antropogênica excede os limites do ambiente e a “natureza torna-se vulnerável aos seus efeitos” (Santos, 2001).

No entanto, Mitcham (1996) chama a atenção para os trabalhos iniciais nesse campo que apontam a raiz dos problemas ambientais na lógica cristã e na sua crença de que o homem feito a imagem e semelhança de Deus teria domínio sobre a natureza tendo esta apenas a função de servir àquele. Crítica essa que mais tarde se expandiu para toda a tradição secular ocidental.

#### 2.2.8- Ciência, Tecnologia, Indústria e Ambiente

Como as relações discutidas anteriormente a ciência e a tecnologia tem um papel ambivalente quando em contato com o ambiente natural e artificial. Inicialmente é natureza o objeto de estudo da ciência e da transformação provocada pela tecnologia. O objetivo de vencer as limitações impostas impulsionou tecnólogos e mais recentemente cientistas a construir um conhecimento sobre a realidade que servisse à ação.

Por outro lado talvez a interação mais expressa seja a degradação ambiental provocada pelo uso dos artefatos tecnológicos, que são veiculadas com frequência nos meios de comunicação. Contaminação de lençóis freáticos, poluição atmosférica, e surgimento de doenças relacionadas à poluição.

Entre esses efeitos danosos a química se relaciona direta ou indiretamente com a maior uma vez que fornece subsídios à indústria do petróleo, e aos mais diversos processos industriais que geram resíduos contaminantes.



Fugindo a um estereótipo da química como atividade unicamente poluidora pode-se citar ações no âmbito da ciência e tecnologia química que em oposição se direcionam para a preocupação com o ambiente e a compatibilização dessa com o desenvolvimento humano, tais como a química verde.

“Em 1991, a agência ambiental norte-americana EPA ("Environmental Protection Agency"), através de seu escritório para prevenção de poluição lançou seu programa - Rotas Sintéticas Alternativas para Prevenção de Poluição”(LENARDAO, 2003), dando início ao que se pode chamar de química verde a nível mundial, nesta linha de busca novas possibilidades de síntese que não gerassem agentes tóxicos e contaminantes.

Anos mais tarde passam a ser instituídos em diversos países prêmios para inovações tecnológicas que diminuíssem a produção de agentes contaminantes ou resíduos na indústria. Estando entre estes países EUA, Itália, Alemanha. No ano de 1993 a Itália, dá um passo importante no estudo deste tema com a criação do “Consórcio Universitário Química para o Ambiente (INCA), com o objetivo de reunir grupos acadêmicos envolvidos com química e ambiente;” (LENARDAO, 2003). Incentivando ainda mais o desenvolvimento da química sustentável. O INCA é ainda hoje o principal e mais importante produtor de conhecimento nesta área.

A química verde pode ser definida como uma corrente na química preocupada com as alterações dos processos clássicos desta ciência buscando reduzir o uso e produção de agentes tóxicos, ou nas palavras de PRADO (2003) “Dentro dos princípios da necessidade de um desenvolvimento sustentável, tem-se como regra que a química deve manter e melhorar a qualidade de vida. O grande desafio é a continuidade do desenvolvimento, diminuindo os danos causados ao meio ambiente”.

Apesar de parecer extremamente nova a constituição da química sustentável práticas já antigas enquadram-se no escopo de suas atividades. No tocante ao Brasil, uma prática totalmente inserida neste contexto é a produção de biocombustíveis, uma vez que se trabalha com processos cíclicos onde os poluentes são reabsorvidos para gerar novamente energia.

Continuando a análise sobre como o trinômio CTS altera o ambiente pode-se pensar sobre a ação industrial, e as mudanças de posturas que vem sendo adotadas nos últimos quarenta anos.

Como descrevem Franco e Druck (1998) os riscos industriais ao meio ambiente e à saúde podem ser de dois tipos:

- 1- Intra-fábrica;

## 2- Extra-fábrica.

E argumentam que a partir da década de 70, com os crescentes acidentes ficou claro não haver um limite real para os impactos produzidos. Não se restringia ao ambiente intra-fábrica os danos produzidos pela atividade industrial, sendo inclusive um fator importante a ser considerada a mobilidade destes riscos.

Young e Lustosa (2001) apontam uma relação de extrema degradação ambiental em função da ação industrial, que no Brasil se concretizou sob a forma da “campanha ‘venha nos poluir’, nos anos setenta”. Para exemplificar citam o caso da cidade de Cubatão (SP) célebre por seu ar poluído com emissões das mais diversas da indústria e as diversas doenças às quais a população da cidade esteve submetida durante a década de setenta, tais como problemas respiratórios e a grande incidência de nascimento de crianças com anencefalia (ausência de cérebro).

Os mesmos autores defendem que a competitividade industrial e a preocupação ambiental estão hoje implicadas na produção brasileira, e que há a emergência de uma indústria mais limpa, com base na competição.

Como discute Layrargues (2000) a postura industrial vem sofrendo importantes e significativas alterações desde a década de 70 onde predominava retornamos aos efeitos a visão de um antagonismo natureza x produção. Atualmente, segundo esse autor estaríamos vivendo uma época de despertar de um ambientalismo empresarial, onde o uso de tecnologias limpas tem um papel fundamental na construção de respostas que garantam a produção sem degradar o meio ambiente.

Vemos aqui duas idéias marcantes: 1) a idéia de que as leis de mercado levarão a uma ética ambiental na indústria e 2) que a tecnociência poderá resolver os problemas ambientais gerados pela por ela mesma.

Quanto à segunda idéia, como apontam Vilches et al (2008) se constitui na verdade um obstáculo ao desenvolvimento do sustentável, pois sustenta a ilusão na possibilidade de manter os padrões de consumo atualmente vigentes.

Já quanto a primeira afirmação, acreditamos que a verdadeira mudança na postura industrial se encontra na ação da sociedade no exercício da cidadania. Uma cidadania pós-moderna que como afirma Santos (2005a) valoriza “a relação cidadania/conhecimento e a dimensão ambiental das relações sociais”. O foco dessa argumentação leva ao entendimento que a cidadania leva às leis de mercado e somente cidadãos conscientes no exercício de um consumo responsável podem realmente mudar a realidade da indústria.

A construção dessa nova cidadania que objetivo do ensino CTSA, deve, pois ser uma das metas para a educação científica rumo uma sociedade sustentável em oposição à atual sociedade do consumo.

Ademais dessas ponderações, podemos ressaltar o movimento das tecnologias alternativas. Os participantes desse movimento faziam uma crítica à sociedade industrializada do pós-guerra e defendiam o uso de tecnologias “brandas” que não fossem agressivas ao meio ambiente ou às estruturas sociais tradicionais. (GARCÍA, LÓPEZ CERESO E LUJÁN LOPEZ, 1996)

Atualmente, a agroecologia é um das representações mais marcantes do uso de tecnologias alternativas. Essa forma de cultivo e produção animal para consumo humano busca o não uso de agrotóxicos, defensivos agrícolas, adubos “químicos”. E em substituição busca o uso de adubos orgânicos e controle biológico de pragas.

### 2.3-ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E EDUCAÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE

Levando em consideração o que argumentam Santos e Schnetzler (2003), o ensino de química tem importância fundamental na formação cidadã na sociedade do conhecimento, uma vez que por ser uma ciência central possibilita ao cidadão um modelo explicativo de sua realidade e traz novas possibilidades de intervenção. Sabemos ainda que a ciência química guarda com o desenvolvimento tecnológico uma forte inter-relação, de onde depreende-se um papel ainda mais relevante do ensino desta disciplina.

Mesmo que, como resalta Silva (2003), os cursos de formação inicial em química não preparem o licenciando para trabalhar a dimensão tecnológica em sala, se faz urgente que seja repensada a formação para que os futuros educadores químicos possam trabalhar convenientemente essa dimensão e suas relações científico-sociais.

Segundo essa autora, a discussão “*da produção química industrial tem como objetivo educativo promover em alunos (a) a compreensão das relações entre os conhecimentos científicos e tecnológicos e os fatores sociais, políticos, econômicos e ambientais*”. Além de levar ao reconhecimento dos valores e atitudes frente à tecnologia, bem como a avaliação crítica dos impactos da mesma.

Diante do que argumentam esses teóricos e dos conceitos apresentados por Chassot (2006), Marco-Stiefel (2001) e Cajas (2001) podemos dizer que a alfabetização científica e tecnológica seria a aquisição de conhecimentos científicos que permitam ao cidadão ler o

mundo natural e social, profundamente transformados pela ação humana através da ciência e tecnologia.

Porém, Delizoicov e Auller (2001) chamam a atenção para o fato de que a expressão alfabetização científica e tecnológica pode designar desde movimentos de divulgação científica, movimentos de democratização do processo científico e tecnológico ou mesmo a busca de um respaldo dos processos de decisão tecnocráticos. Assim há que se nomear sobre qual alfabetização científica e tecnológica se fala.

A alfabetização que ora defendemos é a que permite ao cidadão compreender a ciência e a tecnologia de uma forma crítica, percebendo as relações que estas estabelecem com o ambiente e a sociedade e que permita a este participar ativamente dos processos democráticos de decisão, tendo em vista as limitações do conhecimento científico e benefícios e malefícios trazidos pelo avanço tecnológico. Essa alfabetização se faz necessária e urgente para fazer frente às decisões tecnocráticas ora em vigor.

Diante da necessidade de uma alfabetização científica para todos visando o exercício da cidadania plena, Solbes, Vilches e Gil (2001) defendem as relações CTS como elemento fundamental. Para tanto se faz necessária uma formação docente, o que vem sendo proposto por diversos pesquisadores (MARTINS, 2003; SOLBES et al, 2001; REBELO et al, 2008, MAMEDE e ZIMMERMANN, 2005).

Em consonância com estas idéias a necessidade de contribuir para a sustentabilidade e para o desenvolvimento sustentável deveria ser uma das preocupações da educação científica, no entanto, parece ser uma categoria esquecida dentro desta área de ensino (Vilches et al, 2004).

Como demonstram esses autores, muitos professores de ciências, manuais didáticos e mesmo pesquisadores da área tem concepções que excluem aspectos importantes da “situação de mundo”, tais como o crescimento demográfico e a extinção da diversidade cultural.

O conceito de desenvolvimento sustentável segundo Sáez e Riquarts (2001) tem suas origens nos primeiros informes do Clube de Roma, principalmente em “*Os limites do Crescimento*” (1972). Estes autores elencam quatro idéias fundamentais ao se tratar de desenvolvimento sustentável:

\* Os seres humanos formam parte da natureza e que nossa existência depende de nossa capacidade para conseguir o sustento em um mundo natural finito.

\* A atividade econômica deve levar em consideração os custos ambientais da produção.

- \* Nosso desenvolvimento não pode furtar o futuro das gerações que virão.
- \* A manutenção de um entorno global habitável depende do desenvolvimento que determina toda a humanidade em conjunto. (SÁEZ e RIQUARTS, 2001)<sup>3</sup>

Tal conceito, no entanto, não precisa uma relação entre o bem-estar e a conservação dos recursos naturais, o que pode levar a diferentes interpretações (SÁEZ e RIQUARTS, 2001). Residindo aqui um dos obstáculos para a construção de um futuro sustentável (Vilches et al, 2008).

Vivemos uma era de emergência mundial onde diversos efeitos das ações antropogênicas são sentidas (chuvas ácidas, mudanças climáticas, poluição de mananciais hídricos, fome, guerras, ...) é necessário agir e mesmo assim parecem haver obstáculos que impedem uma transformação das posturas e a construção de um mundo sustentável. Esses são elencados por Vilches et al (2008):

1. O estudo dos problemas sem que se faça referência a que se pode resolvê-los;
2. A síndrome da rã fervida (tendência a inércia quando imerso em uma situação);
3. Tratamentos reducionistas, pontuais, e desconexos;
4. Considerar os processos lineares e controláveis;
5. Considerar os processos como naturais e que a ação humana é irrelevante;
6. Crença na bondade, necessidade e possibilidade do crescimento infinito;
7. A incompreensão do problema demográfico;
8. Apostar na defesa do “nosso” (defender posições nacionalistas frente a posições mundiais);
9. A confiança de que a tecnociência pode solucionar tudo;

#### 2.4 – ALGUMAS PONDERAÇÕES SOBRE A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA

Ainda que o referencial norteador deste trabalho não seja formação inicial de professores, tendo-se em vista que esta proposta direciona-se para as licenciaturas, discute-se brevemente alguns conceitos sobre a formação de professores que se relacionam com um enfoque CTSA.

A formação inicial de professores de ciências tem sido uma área para a qual diversos países iberoamericanos têm dado suas contribuições e proposto seus modelos. De forma que

---

<sup>3</sup> Tradução nossa.

em alguns destes é adotado o modelo complementar onde os profissionais já graduados em disciplinas científicas (químicos, biólogos, físicos, engenheiros), se desejam lecionar, passam por curso de formação pedagógica. No Brasil os cursos de formação inicial (licenciaturas) são específicos para a carreira docente (CARVALHO e GIL-PÉREZ, 2001).

Segundo tais autores as pesquisas em formação de professores e os avanços em didática das ciências têm em muito contribuído para repensar os cursos de formação inicial, atribuindo às disciplinas de didática específica um papel fundamental, como núcleo articulador entre as disciplinas da base científica e as disciplinas de caráter pedagógico.

Harres et al (2005) discutem em seu trabalho os modelos de formação de professores em ciências que seriam estes:

- 1- Modelo tradicional;
- 2- Modelo tecnológico;
- 3- Modelo espontaneísta;
- 4- Modelo alternativo.

Segundo o argumento desses autores os dois primeiros modelos de formação são absolutistas no tocante a sua epistemologia, atribuindo ao conhecimento científico um status de verdade absoluta. O que diferencia os ditos modelos é sua ênfase nos conhecimentos acadêmicos, enquanto na perspectiva tradicional há uma predominância nos conteúdos conceituais, no modelo de formação tecnológico o ensino volta-se às técnicas de ensino que o professor deve possuir. Quanto aos dois outros modelos estes seriam evolutivo-construtivistas. Contudo, segundo a análise dos autores, o modelo espontaneísta representa um retrocesso, pois se detêm ao nível fenomenológico. Enquanto o modelo alternativo (emergente) seria o mais adequado à formação de professores.

Porlán Ariza et al (1997) ao relatarem seus resultados de pesquisa sobre a formação continuada de professores destacam três princípios metadisciplinares sobre a natureza do conhecimento profissional docente segundo o modelo alternativo:

- a) Perspectiva construtivista;

Segundo a qual os alunos e os professores, igualmente ao resto das pessoas, possuem um conjunto de concepções sobre o ambiente em geral e sobre o ambiente escolar em particular, que são, ao mesmo tempo ‘ferramentas’ para poder interpretar a realidade e conduzir-se nela, e ‘barreiras’ que impedem adotar perspectivas e cursos de ação diferentes (PORLÁN ARIZA et al, 1997).<sup>4</sup>

- b) Perspectiva complexa;

---

<sup>4</sup> Tradução nossa.

segundo a qual tanto as idéias quanto a realidade, e obviamente também a realidade escolar podem ser consideradas como conjuntos de sistemas de evolução. Tais sistemas podem ser descritos e analisados a partir dos elementos que constituem o conjunto de todos os tipos de interações estabelecidas entre estes elementos e as mudanças que a experimentam ao longo do tempo. Sob essa perspectiva, as concepções de estudantes e professores pode ser visto como evolução dos sistemas de idéias.” (PORLÁN ARIZA et al, 1997)<sup>5</sup>.

c) Perspectiva crítica.

segundo a qual as idéias e comportamentos dos indivíduos e a processos contraste e comunicação destes não são neutros, de modo que a transição que postulamos do simples ao complexo, não garante por si só a realização dos objetivos de formação dos professores e alunos. Uma visão mais complexa do ambiente natural, por exemplo, não necessariamente pressupõe o respeito ao equilíbrio dos ecossistemas ou uma análise sistêmica e complexa das formações sociais neo-capitalistas não garante a solidariedade ativa com o Terceiro Mundo. Portanto, acreditamos que os processos de construção de significados para uma visão mais complexa dos fenômenos da realidade são uma condição necessária para desenvolver certos valores nos alunos e professores (autonomia, cooperação, respeito à diversidade, participação, etc.) mas não suficiente. Adotar uma perspectiva crítica implica reconhecer a íntima relação entre interesse e conhecimento, ou melhor ainda, entre os interesses e conhecimentos, de modo que as distorções e limitações que temos, como resultado de nossas concepções sobre o mundo ( "barreiras", dissemos como dissemos a princípio), e não apenas o resultado de uma visão mais ou menos simplista da realidade, mas são também um resultado de nossos interesses particulares, como indivíduo com certa idade, raça, gênero, grupo profissional e classe social. Podemos ver e viver a vida de uma certa maneira, não só porque temos uma racionalidade bastante complexa, mas também porque, inevitavelmente, adotamos uma posição "interessada" (influenciado por determinados interesses) diante dela (Habermas, 1965) (PORLÁN ARIZA et al, 1997)<sup>6</sup>.

Diante de tais ponderações e tendo-se em vista os objetivos de uma educação com enfoque CTSA, encontram-se paralelos entre esta e a perspectiva alternativa (emergente) do conhecimento profissional.

Por outro lado, como afirma Maldaner (2006) os docentes de ciências e de química possuem visões epistemológicas aristotélicas-empirista, positivistas ou mesmo confusas, pois reflexões epistemológicas não fazem parte da formação dos nossos professores. Tal lacuna na formação inicial pode configurar-se como obstáculo a uma educação química, uma vez que como descreve este autor, o objetivo do ensino de química é proporcionar ao estudante o acesso ao real produzido não se confundindo com a realidade absoluta. Reforçam a

---

<sup>5</sup> Tradução nossa.

<sup>6</sup> Tradução nossa.

proposição de uma formação inicial norteada por reflexões epistemológicas, os marcos teóricos da perspectiva emergente do conhecimento profissional e o enfoque CTSA.

Podemos citar ainda, trabalhos realizados na cidade de Mossoró (NUNES et al, 2007a, NUNES et al 2007b), onde se deu esta pesquisa, que demonstram a carência dos docentes em formação e em exercício quanto às teorias pedagógicas e avanços na didática das ciências, o que indica a necessidade de uma intervenção na formação inicial e continuada para os docentes em química.

Assim sendo nos propomos a trabalhar tendo como guia uma perspectiva crítica, que contribua com a formação de um profissional reflexivo e capaz de pensar a realidade sócio-ambiental e científico-tecnológica em suas múltiplas relações.

## 2.5 – ATITUDES E CRENÇAS

Antes de discutir-se os resultados obtidos faz-se necessário analisar os conceitos de crenças e atitudes, construtos escolhidos para a pesquisa em questão.

Para Manassero Mas e Vázquez Alonso (2001) são as crenças e atitudes adquiridas ao longo da vida que nos justificam algumas ações em relação à ciência e a tecnologia, tais como a menor tendência de escolha de carreiras científicas entre as mulheres, ou falsas idéias que levam os estudantes a acreditarem que os cientistas realizam seus trabalhos isolados.

Marmitt et al (2008) ao discutirem a relação entre as atitudes e crenças dos estudantes e o desempenho em matemática define o que seriam as crenças.

Quando se fala em crenças, surge de imediato a idéia de algo místico, religioso. Porém, quando relacionamos esse termo a matemática, ele se refere a tradução do inglês '*beliefs*' e se refere às concepções que as pessoas apresentam em relação à matemática. Há vários autores que tratam das crenças abrangendo a aprendizagem e, principalmente, a forma como elas são construídas. (MARMITT et al, 2008).

Estes mesmos autores ainda afirmam que as crenças possuem certa estabilidade, mas são também dinâmicas pois podem ser alteradas em contraste com outras idéias, e submetidas a evolução. Sendo em grande parte (no tocante à matemática) construídas em sala de aula com a interação professor-aluno.

Vieira e Martins (2005) ao discutirem as crenças de professores em exercício sobre as relações CTS, afirmam que este conhecimento tem fortes implicações para as propostas de formação inicial e continuada de formação de professores.



Quando falamos de atitudes, à maneira do que acontece com as crenças, o senso comum associa este termo à ação. Para este trabalho, no entanto, faz-se uso do conceito expresso por Manassero Mas e Vázquez Alonso (2001), segundo os quais as atitudes seriam constituídas por três elementos:

Conjunto organizado e durador de convicções ou crenças (elemento cognitivo) dotadas de uma predisposição ou carga afetiva favorável ou desfavorável (elemento avaliativo ou afetivo) que guia a conduta da pessoas a respeito de um determinado objeto social (elemento conductual).<sup>7</sup>

Dentro da pesquisa em ensino de ciências diversos são os trabalhos que visam identificar as concepções, crenças, atitudes e valores em relação a ciência, a tecnologia e a sociedade (PRAIA e CACHAPUZ, 1994; SCOARIS et al, 2008; NUNES e DANTAS, 2009; MANASSERO MAS e VAZQUEZ ALONSO, 1997).

Essa importância remete às questões metodológicas de como identificar e avaliar as atitudes e crenças, tendo em vista que existem inúmeros instrumentos para tal. Manassero Mas e Vázquez (2002) realizam uma revisão da pesquisa em atitudes e crenças em relação aos aspectos CTS e argumentam sobre a validade e confiabilidade dos métodos tradicionalmente utilizados, deixando clara a fragilidade que as metodologias tradicionalmente empregadas apresentam. Em outro estudo Acevedo et al (2009) afirma existir duas tradições da medição de atitudes: a) o escalamento psicofísico e b) a avaliação psicométrica. A avaliação psicométrica consistiria em:

“aplicar *tests*, respondendo-se a uma série de questões, cada uma das quais pretende valorar o atributo comum que se pretende medir, para construir uma pontuação que classifica a atitude da pessoa sobre um contínuo. As conhecidas escalas tipo Likert e de diferencial semântico caberiam dentro desta segunda tradição, cuja validade radica na suposta capacidade de cada questão para representar adequadamente o construto atitudinal que se mede. A maioria dos instrumentos aplicados até agora para avaliar atitudes relacionadas com a ciência são instrumentos psicométricos cuja validade sempre se dá por suposta, não havendo existido demasiada preocupação entre os investigadores por confirmá-la, de onde se tem originado a maioria dos problemas métricos e defeitos que se tem posto de manifesto na literatura sobre o tema.” (ACEVEDO et al, 2009)<sup>8</sup>

Assim, para o levantamento das crenças e atitudes dos licenciandos em química como já justificado anteriormente, optou-se por trabalhar uma escala de likert, que poder ser

---

<sup>7</sup> Tradução nossa.

<sup>8</sup> Tradução nossa.

classificada como uma avaliação psicométrica, juntamente com um questionário aberto. O intuito da utilização dos dois instrumentos é cruzar os dados e obter resultados mais consistentes e fidedignos.

## CAPÍTULO 3: PERCURSO METODOLÓGICO

### 3.1- CONTEXTUALIZANDO O LOCAL DE PESQUISA

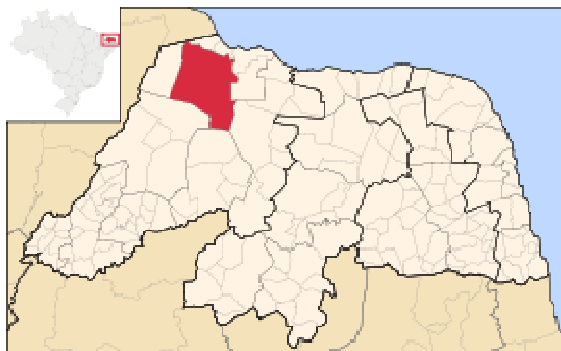
A pesquisa foi realizada junto ao curso de licenciatura em Química da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN, Campus Central (CC) e Núcleo Avançado de Educação Superior de São Miguel (NAESSM), sites respectivamente nas cidades de Mossoró – RN e São Miguel - RN.

#### 3.1.1 - As cidades : Mossoró e São Miguel

A cidade de Mossoró é a segunda maior do Rio Grande do Norte, com 234.390 habitantes tem sua economia baseada na agricultura, comércio, turismo de eventos e na exploração de sal marinho e petróleo (IBGE, 2007).

Sendo esta última apontada como uma das razões pelas quais a cidade passa por um acentuado crescimento demográfico. A cidade é banhada pelo Rio Apodi-Mossoró, que encontra-se poluído e onde nota-se o processo de eutrofização proveniente do despejo de matéria orgânica no manancial.

No tocante à escolaridade básica, a cidade possui diversas escolas públicas e privadas de ensino fundamental e médio, além de um Instituto Federal que oferece educação média, tecnológica e superior. Além da referida Universidade onde foi realizada a pesquisa, ofertam cursos superiores no município a Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, a Universidade Potiguar (UNP), Faculdade Mater Christi e a Faculdade de Enfermagem e Medicina Nova Esperança (FACENE).



**Figura 3.1:** Localização da cidade de Mossoró

Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Mossoró>

A cidade de São Miguel tem aproximadamente 22.579 habitantes (IBGE, 2007) e conta uma extensa zona rural, além da zona urbana em constante expansão. Sua economia baseia-se na produção agropecuária de gêneros alimentícios como: mandioca, feijão, cenoura e fruticultura de sequeiro. A cidade é ainda considerada a maior produtora de milho do estado.

Em relação à educação a cidade conta com apenas uma escola estadual que oferece ensino médio regular. Sendo o NAESSM – UERN a única instituição a oferecer ensino superior na cidade, contando atualmente com a oferta de quatro cursos de licenciatura: química, física, biologia e matemática.



**Figura 3.2:** Localização da cidade de São Miguel – RN

Fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/São\\_Miguel\\_\(Rio\\_Grande\\_do\\_Norte\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/São_Miguel_(Rio_Grande_do_Norte))

### 3.1.2- A Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN

A Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), é uma instituição de Ensino Superior com grande inserção em todo o estado e possuindo Campi instalados nas cidades de Mossoró (Central), Patu, Assu, Pau dos Ferros e Natal, bem como núcleos em Caraúbas, Areia Branca, Apodi, Macau, João Câmara, São Miguel, Alexandria, Umarizal, Touros, Caicó e Nova Cruz.

São oferecidos um total de 24 (vinte e quatro) cursos de graduação entre os quais as licenciaturas de biologia, matemática, física e química.

Esta Universidade em sua formação tem como marco histórico a criação da FACEM (Faculdade de Ciências Econômicas de Mossoró) no ano de 1943, apoiada pela então União Caixeiral, entidade que também mantinha na cidade a Escola Técnica de comércio União Caixeiral.

Somente no ano de 1968, o decreto estadual nº 5.025 autoriza o funcionamento da Universidade Regional do Rio Grande do Norte (URRN), que contava à época com as Faculdades de Ciências Econômicas, Faculdade de Serviço Social, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras e a Escola Superior de Enfermagem.

Em 1987, a Universidade foi estadualizada pelo então governador Radir Pereira, e somente em 1993 através da portaria ministerial nº874 foi reconhecida pelo Conselho Federal de Educação. Finalmente no ano de 1997, sua denominação foi mudada de Universidade Regional do Rio Grande do Norte – URRN para Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN, nome que atualmente possui (UERN, 2008).

### 3.1.3- O curso de química

O curso de licenciatura em química da UERN foi criado no ano de 1993, através da resolução nº 07/93 – CONSUNI, juntamente com as licenciaturas de biologia, física e matemática (DQ-UERN, 2008). A implantação dos referidos cursos provém da transformação do curso de licenciatura plena em ciências.

O curso de química teve como coordenadores de sua implantação os professores Francisco Arnaldo Viana e Isauro Beltran Nuñez, sendo reconhecido pelo Ministério da Educação no ano de 1996.

A questão administrativa dos cursos de biologia, física e química era feita pelo Departamento de Ciências Naturais (DCN), contudo a dificuldade de gerir os três cursos promoveu a criação dos departamentos de Ciências Biológicas (DCB), Departamento de Física (DF) e o Departamento de Química (DQ), aprovados pelo CONSEPE em 1997, mas só implantados em 2000.

Quanto à sua estrutura didática o curso de química contou com um fluxo curricular entre os anos de 1993 a 1999. Em 1999 foi elaborado o primeiro projeto político pedagógico (PPP), projeto este que passou por reformulações em 2002.

A partir de 2004 o Departamento de Química iniciou novas discussões para a elaboração de um novo PPP, que contemplasse as exigências do MEC, e que fosse adequado para a formação dos profissionais pretendidos. Este veio a ser aprovado em 2008.

O Departamento de Química conta hoje com 13 professores permanentes e 6 professores temporários. Sendo oferecidas anualmente 30 vagas para o ingresso de alunos somente para a modalidade licenciatura.

A escolha da referida instituição deu-se por este pesquisador ter cursado a graduação nesta, por ser o Campus Central situado na mesma cidade em que aquele reside mas, sobretudo por estar envolvido em pesquisas sobre a formação de professores de química e ciências na região (NUNES et al, 2007a; NUNES et al, 2007b; NUNES et al, 2007c; NUNES et al, 2008; NUNES et al, 2009; NUNES et al 2010) o que despertou para a necessidade do projeto ora relatado.

### 3.2- DO PARADIGMA DA PESQUISA

Tendo em vista a presença marcante de dois paradigmas básicos na pesquisa social e por consequência no Ensino de Ciências (o qualitativo e o quantitativo), e que cada um desses apresenta suas limitações e inclusive contradições (GRECCA, 2002). Neste trabalho optamos por uma pesquisa de natureza quali-quantitativa de acordo com o paradigma emergente, uma vez que como afirma esta autora a pesquisa qualitativa não é capaz de trazer dados sólidos (uma vez que não se materializa em uma unidade mensurável) e a quantitativa não se traduz em dados profundos (tendo em vista que se encontra limitada a mensuração do fenômeno, não conseguindo tratá-lo em sua subjetividade).

### 3.3- DOS INSTRUMENTOS

#### 3.3.1- Construção e validação dos instrumentos

Para atingir o objetivo de identificar as atitudes e crenças dos licenciandos em química, foram construídos dois instrumentos: uma escala de Likert<sup>9</sup> e um questionário de questões abertas. Optamos por aplicar a escala de Likert e o questionário (Anexos A e B) de questões abertas por se adequarem melhor à nossa pesquisa. Na literatura há vários instrumentos que podem ser trabalhados; No entanto, cada um apresentava uma limitação para a intencionalidade da pesquisa. O *Wareing Attitudes toward Science Protocol desenvolvido por Wareing (WATSP)* não trazia afirmações relativas às interações Ciência-Ambiente-Tecnologia. O *Views on Science-Technology-Society (VOSTS)* e sua versão espanhola o *COCTS (Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad)*, apesar de trabalhar

---

<sup>9</sup> A escala de Likert é uma escala psicométrica formada por afirmações de caráter positivo e negativo frente a um fato social ao qual se deseja conhecer a atitude dos indivíduos pesquisados, a cada uma das afirmações os entrevistados expressa seu grau de concordância. Foi desenvolvida por Rensis Likert, diretor do Instituto de Pesquisas Sociais de Michigan.

o ambiente não se prestavam aos objetivos de uma pesquisa quali-quantitativa aqui defendida. Há também que se ponderar sobre a classificação das atitudes e crenças que tais instrumentos apresentam. Categorizar crenças frente à ciência como inadequadas ou mesmo aceitáveis, parece de imediato uma postura etnocêntrica, ao passo que se defende que cada um apresentará sua visão sobre ciência, não cabendo fazer considerações valorativas que as depreciem.

Assim sendo, com base nos instrumentos citados procedeu-se à construção de uma escala de Likert e o questionário, partindo como primeira aproximação os resultados de trabalhos anteriores sobre concepções e atitudes sobre as relações ciência-tecnologia-sociedade (CTS) (VÁZQUEZ ALONSO e MANASSERO MÁ, 2009; VÁZQUEZ ALONSO e MANASSERO MÁ, 1997; MARIN e BENARROCH, 2009; ACEVEDO DIAS et al, 2002; AIKENHEAD et al,1989).

Para a elaboração da escala de Likert foi seguido o descrito por Espinosa Garcia e Róman Galán (1998):

(...) a metade das questões deve apresentar uma atitude positiva e a outra metade negativa; a linguagem deve ser coloquial e compreensível para o aluno, evitando todo tecnicismo, e palavras tais como todo ou nada devem ser usadas com cuidado (...) Então, se pede ao aluno que indique seu acordo ou desacordo com cada afirmação em uma escala de cinco pontos: Total acordo (TA), de acordo(A), Indeciso (I), Desacordo (D), total desacordo (TD) A vantagem deste instrumento de medida é que o sistema de perguntas é muito familiar para o aluno e abarca amplamente o objeto de atitude a medir<sup>10</sup>.

Das três categorias escolhidas para a nossa análise quantitativa (Relação CT-Ambiente, Relação CT- Sociedade e Ciência escolar) retiramos as assertivas referentes à segunda e terceira categorias do instrumento trabalhado por Manassero Más e Vásquez Alonso (1997), que foi por nós traduzido e adaptado para este fim. As demais assertivas foram construídas com base no VOSTS e posteriormente submetidas às professoras Dra.Josivânia Marisa Dantas (orientadora deste trabalho), Dra. Márcia Gorette Lima da Silva, Dra. Ana Lúcia Aguiar Lopes Leandro, Kelânia Freire Martins Mesquita e ao professor Ms. Albano Oliveira Nunes para que avaliassem.

Os questionários foram elaborados segundo o que ensinam Marconi e Lakatos (2003), no tocante à clareza, número de questões e considerando-se as limitações de tal instrumento. Sua escolha deu-se por poder este ser aplicado à mesma população da escala e poder ser feita

---

<sup>10</sup> Tradução nossa.

a associação dos dados, o que seria inviável através da entrevista, dado a dificuldade de transcrição das entrevistas e do grande volume de dados gerados por essa técnica.

Após a elaboração dos instrumentos estes foram aplicados a uma população de 25 graduandos em química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte no primeiro semestre letivo de 2009, sendo 05 da turma de Instrumentação para o ensino da química II e 20 da turma de História da Química, disciplinas oferecidas respectivamente nos períodos 1º e 7º da estrutura curricular. Este procedimento foi realizado como pré-teste por acreditar-se haver similaridades entre esta amostra e a população a ser investigada.

Posteriormente, ainda com o objetivo de avaliar os instrumentos, estes, juntamente com os dados do pré-teste, foram submetidos sob a forma de trabalho ao Encontro Nacional de Pesquisadores em Ensino de Ciências (NUNES e DANTAS, 2009).

### 3.3.2 – Aplicação dos instrumentos e amostra

Por fim, os instrumentos foram aplicados a 48 licenciandos em química da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) - CC, durante o mês de julho de 2009. Responderam ao questionário estudantes do 1º, 3º, 5º e 7º, uma vez que o ingresso de estudantes nesta universidade é anual, não existindo naquele semestre alunos cursando os períodos pares. Fizeram também parte da pesquisa 12 recém licenciados em química pelo NAESSM, que responderam aos instrumentos no dia 30 de novembro de 2009.

Cabe aqui a ressalta de que amostra desta pesquisa é heterogênea, composta por licenciandos regulares e irregulares em todos os semestres da graduação, de estudantes que moram na cidade do pólo do curso e daqueles que se deslocam diariamente das cidades circunvizinhas. Há ainda que se ponderar sobre as diferenças relacionadas ao CC e a NAESSM, em termos de estrutura e acesso a informação.

No tratamento dos dados foi utilizado um procedimento estatístico<sup>11</sup> para a escala psicométrica, atribuindo-se às respostas TA, A, I, D, TD respectivamente os valores + 2, + 1, 0, - 1, -2 para as assertivas que apresentavam uma visão positiva frente a ação da C&T (A1, A4, A8, A9, A10, A14, A15, A20, A21, A22), enquanto para as assertivas que apresentavam uma atitude negativa sobre C&T (A2, A3, A5, A6, A7, A11, A12, A13, A16, A17, A18, A19) foram atribuídos respectivamente os valores -2, -1, 0, +1, +2.

---

<sup>11</sup> A média utilizada no trabalho trata-se de média aritmética simples, onde foi utilizado o somatório dos valores das respostas dos entrevistados dividido pelo número de participantes, segundo a fórmula:  $\sum (vr) / n$ , onde vr são os valores das respostas e n é o número de participantes.



Na análise dos questionários foram utilizados elementos de análise do conteúdo para a categorização dos dados, segundo Bardin e Stubs *apud* Pórlan et al (1998) e Richardson (1985).

As fases desta da metodologia podem ser visualizadas no diagrama a seguir:



**Figura 3.3: Diagrama esquemático da primeira etapa do percurso metodológico**

### 3.3.3- Oficinas

Com base na pesquisa bibliográfica e nos resultados preliminares dos questionários e escalas de likert procedeu-se a elaboração do material didático, como descrito na secção 4. Em seguida, para responder ao objetivo de avaliar o material didático proposto realizaram-se duas oficinas pedagógicas com licenciandos da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN, sendo a primeira realizada no Núcleo Avançado de Ensino Superior da cidade de São Miguel, contando com 9 horas e a segunda com os licenciandos do Campus Central desta universidade, contando com 12 horas. A estrutura geral das oficinas realizadas no CC é detalhada abaixo.

#### **PRIMEIRO MOMENTO – Dia 09/02/2010 (13h30min – 17h30min)**

- Apresentação; (30 min)
- Início da atividade experimental – Quantidade de oxigênio dissolvido na água do Rio Apodi-Mossoró; (2 horas)

Intervalo (30min)

- Discussão das bases epistemológicas do Movimento CTSA. (1 hora)

### **SEGUNDO MOMENTO Dia 10/02/2010 (7h30min – 11h30min)**

- Apresentação do movimento CTSA (base teórica); (1h30min)
- Apresentação do Caso Simulado CTSA, delimitação do tema e organização dos grupos; (1 hora)

Intervalo (30 min)

- Apresentação de vídeos e músicas ilustrativos das visões sobre ciência e tecnologia; (1 hora)

### **TERCEIRO MOMENTO - Dia 10/02/2010 (13h30min – 17h30min)**

- Discussão sobre a atividade experimental; (1hora)
- Debate no formato CTSA com tema “Novo projeto de despoluição do Rio Apodi-Mossoró.” (1h30min)

Intervalo (30 min)

- Avaliação; (1 hora)

A estrutura da oficina realizada no NAESSM é semelhante a acima apresentada diferindo apenas pela ausência do experimento e alteração do tema do debate CTSA.

#### 3.3.4- Da entrevista

Com a finalidade de obter um retorno sobre as impressões dos licenciandos acerca do material trabalhado no formato de oficina, e captar suas impressões sobre o próprio enfoque CTSA foi utilizada uma entrevista grupal estruturada. Tal escolha metodológica deve-se ao fato de a entrevista, como afirma Gil (2007) possibilitar dados profundos sobre o objeto de estudo e ser indicada para a coleta de dados sobre opiniões, crenças e atitudes. Tais entrevistas deram-se ao final de cada oficina.

Sabe-se que a opção dessa metodologia pode trazer consigo algumas limitações como a inibição do entrevistado em falar sobre o assunto, ou expressar seus pontos de vista.

Contudo, como afirmam Marconi e Lakatos (2003) a entrevista oferece a possibilidade de o entrevistador analisar além do conteúdo falado, as expressões e indecisões ao responder.

## **CAPÍTULO 4: ATITUDES E CRENÇAS EM RELAÇÃO A CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE, AMBIENTE E SUAS RELAÇÕES**

### **4.1- ANÁLISE QUALITATIVA – CAMPUS CENTRAL**

A seguir discutem-se os resultados obtidos da análise dos questionários e escalas de likert respondidos pelos 48 licenciandos entrevistados que cursam química no Campus Central da UERN.

Para a análise das respostas ao questionário faz-se interessante agrupar algumas questões para efeito comparativo. Assim, pela semelhança entre os temas, podemos agrupar as questões 1 e 2; 4 e 5, sendo a 3 e 6 ponderadas isoladamente.

Questões 1 e 2: estas questões versavam sobre a escolha dos temas de pesquisa científica e sobre o objetivo do cientista na produção do conhecimento.

De acordo com as respostas à primeira pergunta temos que a maior parte dos entrevistados demonstra encarar a atividade científica como uma atividade na qual se busca suprir as necessidades da humanidade o que pode ser percebido na resposta de 41,7 % dos entrevistados. Se somarmos a esse total o número de pessoas que acreditam que a ciência busca solucionar os problemas da sociedade, temos exatos 50% (24 respostas) que indicam a intervenção da sociedade na escolha de temas científicos. Há aqui um primeiro indício de uma visão positivista na qual a ciência leva ao progresso humano o que é discutido por Cupani apud Borges (2007), como uma das características da ciência segundo o positivismo lógico. A idéia de que a ciência é útil e necessária pela aplicação de seus resultados. Essa idéia ganha maior impacto ao se comparar com os resultados obtidos na segunda questão, onde 25% entrevistados afirmam que o cientista faz ciência para melhorar o mundo ou as condições de vida da população em geral e 10,4% afirmam que este faz ciência para solucionar os problemas da humanidade.

Outras respostas que figuram na primeira questão são fatores como o prestígio social associado ao fazer científico, a curiosidade e vontade do próprio pesquisador, as questões de estrutura física, teórica e de pessoal capacitado para o desenvolvimento de tais pesquisas. Cabe aqui assinalar que estas respostas foram a minoria, que se pode associar às respostas que afirmam que os cientistas fazem ciência pensando em retorno financeiro, por necessidades materiais próprias ou por curiosidade. É interessante notar ainda sobre a segunda questão que

8,3 % pessoas associaram a intencionalidade de se fazer ciência ao desenvolvimento de tecnologia, o que será tratado mais a frente nas questões 4 e 5.

Questão 3: pergunta como é construído o pensamento científico?

Ao responder ao terceiro questionamento os licenciandos em química demonstraram dois posicionamentos básicos:

- a) Cerca de 37,5% (18 respostas) dos entrevistados associaram a questão ao desenvolvimento do conhecimento escolar;
- b) E os demais relacionaram especificamente ao conhecimento científico não-escolar, inicialmente objeto de nosso interesse.

Ao analisarmos as respostas voltadas ao conhecimento científico não-escolar surpreendentemente nenhum dos entrevistados citou o método científico como a maneira por excelência de construção do conhecimento científico, o que poderia ser inicialmente esperado uma vez que como afirma Harres (2004) muitos professores e estudantes possuem visões absolutista sobre a ciência, notadamente positivistas como discute Borges (2007).

No entanto, notamos que grande parte dos estudantes ainda se concentra em “partes” do método científico como a observação, experimentação e o teste de hipóteses. Aparentemente estes acreditam (ou pelo menos assim o expressam) que apenas uma dessas ações é primordial para a construção do conhecimento científico. Assim temos 25% (12 estudantes) das respostas que apontam apenas a observação, 16,7% (8 licenciandos) apontam a experimentação, 6,2% (3 entrevistados) apenas a elaboração de hipóteses e quatro entrevistados que afirmam que o conhecimento científico é construído em etapas sucessivas, sem expressar quais seriam estas etapas ou se estas estariam relacionadas ao método científico. Os demais 14,58% dos entrevistados fizeram afirmações isoladas.

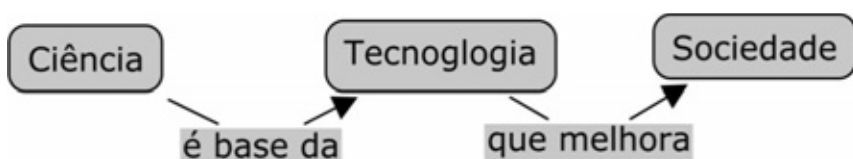
Questões 4 e 5: A questão 4 questiona livremente qual a relação entre ciência e tecnologia e a questão 5 pergunta diretamente qual das duas (ciência e tecnologia) pode ser considerada como base (fundamento) da outra.

Estas questões foram analisadas conjuntamente pela similaridade e por reforçarem as observações sobre como os licenciandos pensam a relação ciência-tecnologia.

Dentre os entrevistados, 39,6% ao responderem o quarto questionamento expressaram que acreditam que na ciência como conhecimentos teóricos que proporcionam o desenvolvimento da tecnologia. Enquanto 31,2% argumentaram haver entre estas uma relação direta, sem especificar relações de dependência entre elas. Pode-se exemplificar o pensamento do primeiro grupo na resposta de um dos estudantes:

“A relação entre estes fatores é que ambos estão muito interligados, no entanto a ciência é a chave principal para que a tecnologia progrida. Pois não há um avanço tecnológico sem uma ciência que lhe sirva de fonte e base.” Ainda sobre este questionamento há outro grupo significativo. 29,2% dos estudantes afirmaram haver uma relação mútua entre ciência e tecnologia.

No entanto, ao responder a quinta questão, um total de 72,9% das respostas afirmou que os conhecimentos científicos eram embasamento para as inovações tecnológicas. O que associado às respostas aos dois primeiros questionamentos nos remete a uma relação linear.



**Figura 4.1: Entendimento sobre as relações CTS**

Questão 6: A sexta questão objetivava que os estudantes expressassem sua opinião sobre a utilização dos alimentos transgênicos e que dissessem quem deveria decidir sobre a sua comercialização ou não.

O sexto questionamento propositalmente tem um aspecto diferenciado. Enquanto as demais versavam sobre questões gerais esta questão voltava-se a uma problemática científico-tecnológica atual e aparentemente não relacionada diretamente à química.

Quando se solicitou aos estudantes que se posicionassem quanto aos alimentos transgênicos e que opinassem sobre quem deveria tomar a decisão sobre a comercialização e consumo de tais alimentos, pretendia-se verificar se estes acreditavam no modelo de decisão tecnocrática, onde o especialista (“dono” do conhecimento) toma as decisões, ou legitima as decisões com base em seus conhecimentos.

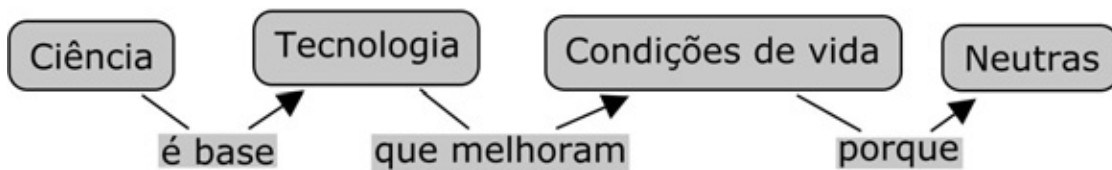
Dentre as respostas a maior incidência foi justamente a dos que acreditam que os especialistas, como detentores do conhecimento devem tomar a decisão sobre o tema.

Se faz interessante analisar os trechos abaixo, contidos na resposta de dois estudantes:  
“... a meu ver quem deve decidir são os especialistas, lógico!”

“ Há muitas discussões sobre o uso dos transgênicos em relação a seus benefícios e eventuais malefícios à saúde, de modo que o uso desses alimentos deveria ser decidido por especialistas pois se a decisão partir da sociedade civil e/ou autoridades políticas o jogo de interesses seria maior.”

Aqui podemos perceber dois posicionamentos interessantes que se complementam:

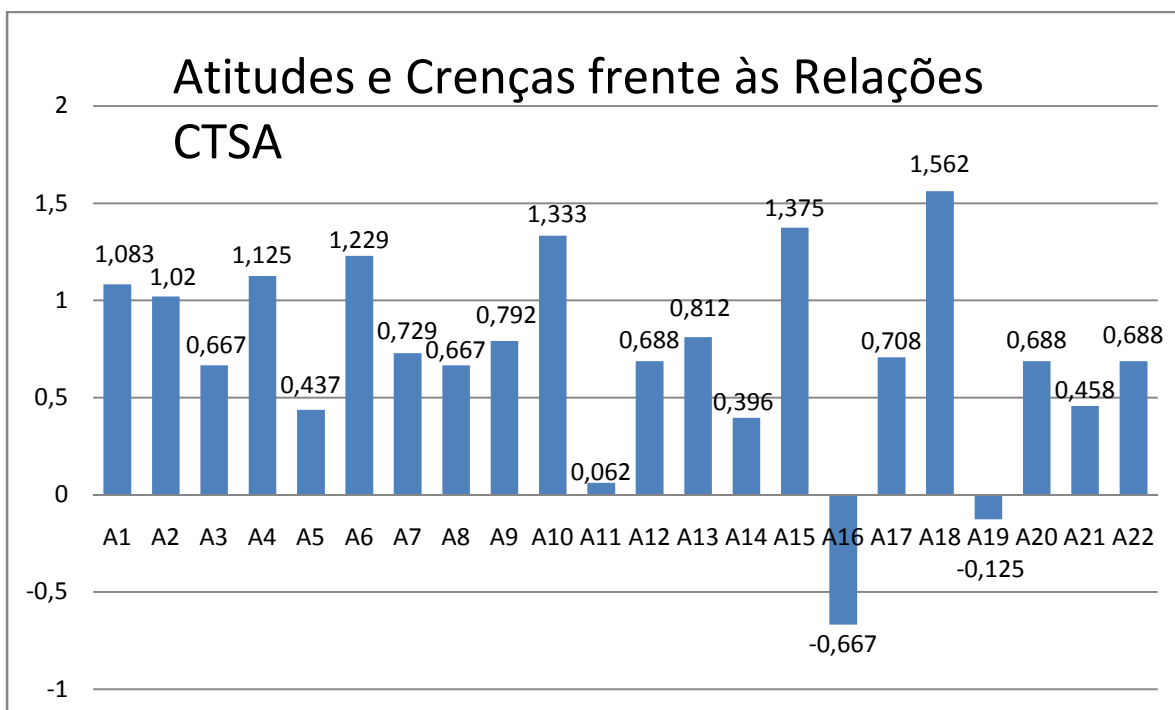
- 1- A idéia de que é racional (“lógico!”) pôr nas mãos de especialistas a escolha do tema.
- 2- A idéia de que o especialista não seria vulnerável (ou menos vulnerável) ao jogo de interesses presente na sociedade. Ou seja, apresenta-se aqui a neutralidade científico-tecnológica que leva a uma inferência global sobre as crenças dos licenciandos que pode ser resumida como:



**Figura 4.2: Modelo de desenvolvimento linear CT-Sociedade**

#### 4.2 - ANÁLISE QUANTITATIVA – CAMPUS CENTRAL

A tabulação dos dados da escala sinaliza uma tendência a uma visão positiva sobre o impacto que a ciência e a tecnologia têm sobre a sociedade e o ambiente e sobre a ciência escolar. O que pode ser percebido no fato de que dentre os posicionamentos frente às 22 afirmações da escala somente dois apresentaram um comportamento negativo (**Figura 4.3**). O que também é detectado na média geral da escala (0,715). Um resultado ainda mais significativo do que encontrado em trabalhos anteriores (NUNES e DANTAS, 2009)



**Figura 4.3: Atitudes frente as relações CTSA – Campus Central**

Para melhor compreensão dos dados dividimos a análise como já justificado acima em três grandes categorias, representadas nas **Figuras 4.4, 4.5, 4.6**:

- 1- Relações Ciência-Tecnologia e Sociedade (Afirmações A1, A3, A4, A6, A8 e A13, A14 e A19)
- 2- Relações Ciência-Tecnologia e Ambiente (Afirmações A5, A9, A11, A16, A20 e A22)
- 3- Ciência Escolar (Afirmações A2, A7, A10, A12, A17, A18 e A21)

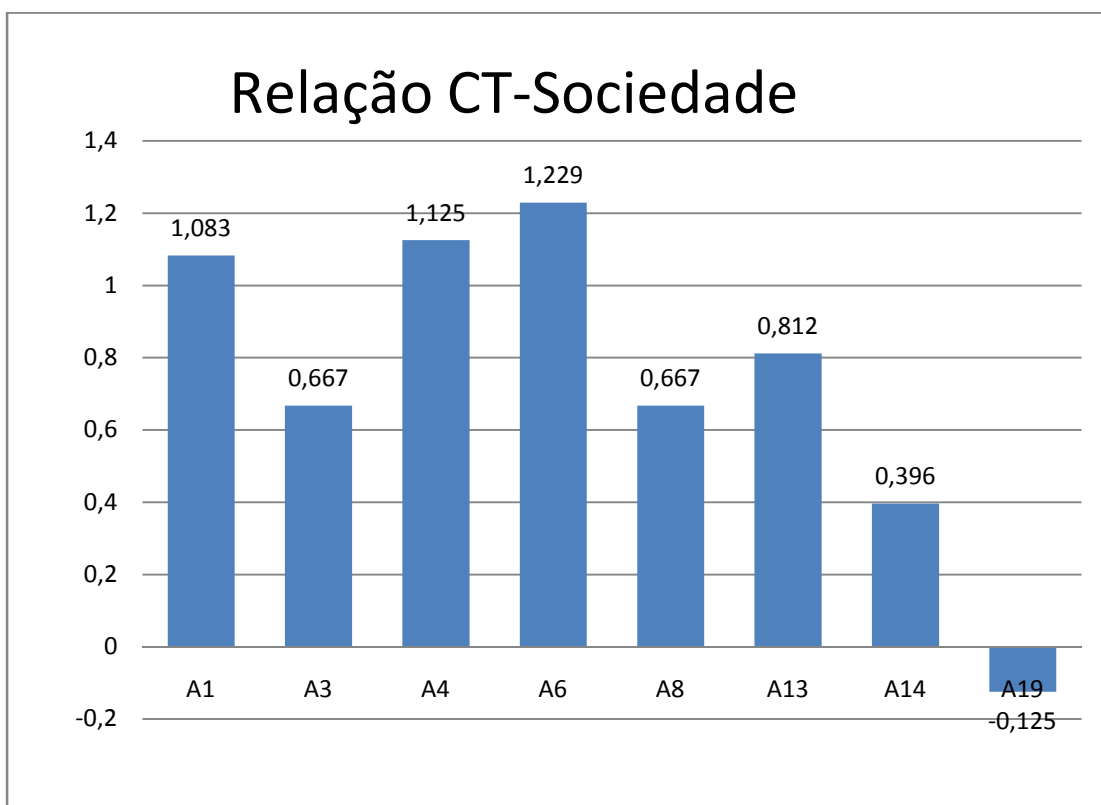
#### 4.2.1- RELAÇÕES CT-SOCIEDADE

Ainda que quase todas as médias de respostas frente às afirmações que buscavam averiguar a visão sobre a relação entre Ciência e Tecnologia (CT) e a Sociedade demonstrem uma visão positiva e positivista, há um dado importante a ser levado em consideração. O fato de que os indivíduos pesquisados já são capazes de perceber a interferência social na construção da ciência, o que fica muito claro na resposta da questão A13, onde os estudantes rechaçam a idéia de que o cidadão não interfira na ciência que é produzida (Média positiva 0,812). Esse dado analisado isoladamente poderia levar a uma idéia equivocada de que os



indivíduos da pesquisa têm uma formação (conhecimento) sobre as relações entre a sociedade e a ciência/ tecnologia. Ainda pensando nessa categoria, podemos ressaltar as respostas das assertivas A3 e A19 (Com respectivas médias 0,667 e -0,125), o que nos demonstra pensamentos híbridos.

A assertiva A19 diz que a preocupação para o mundo cresce com o aumento do conhecimento científico. Ao concordarem com o posto os estudantes indicam que conseguem perceber efeitos negativos dessa atividade. Já a terceira frase da escala versa sobre a possibilidade da CT favorecerem os ricos. Quanto a essa assertiva os estudantes mostraram-se fortemente contrários, o que demonstra uma tendência a acreditar na idéia de que ciência é feita para todos estando a serviço de todos. Na **Figura 4.4**, observamos as respostas à esta questão.



**Figura 4.4: Relações CT – Sociedade - Campus Central**

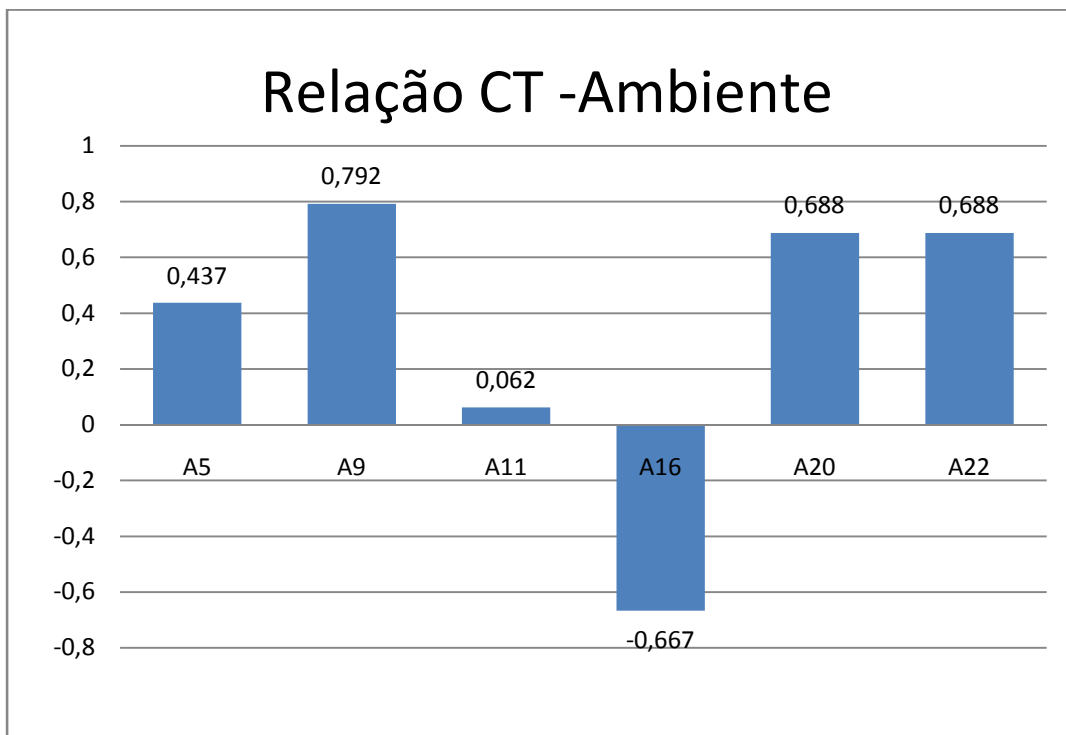
#### 4.2.2- Relações CT-Ambiente

Comportamentos igualmente positivistas podem ser observados nas atitudes diante das relações tecnociência-ambiente. Onde notamos que dentre as seis afirmações sobre tal

interação encontramos valores positivos sobre a interação CT-Ambiente como podemos observar claramente no **Figura 4.5**, representado abaixo.

Os estudantes concordam que a ciência e tecnologia ajudam a preservar/conservar o meio ambiente (Assertiva A20/ 0,688), oferecem soluções à poluição (Assertiva A9 / 0,792) e parecem não acreditar que o mundo seria mais limpo com a ausência dessas (A5/ 0,437).

Os mesmo indivíduos parecem acreditar que os cientistas têm preocupação com os fatores ambientais (A22 / 0,688), e encontram-se próximos à indecisão quando se referem à afirmativa de que a tecnociência seria a responsável pelo buraco na camada de ozônio(A11/ 0,062), apesar de acreditarem fortemente que a ciência e a tecnologia geram impactos ambientais (A16/ -0,667). Isso poderia estar atrelado à crença positivista de que a ciência leva a sociedade a uma vida melhor.



**Figura 4.5: Relações CT-Ambiente - Campus Central**

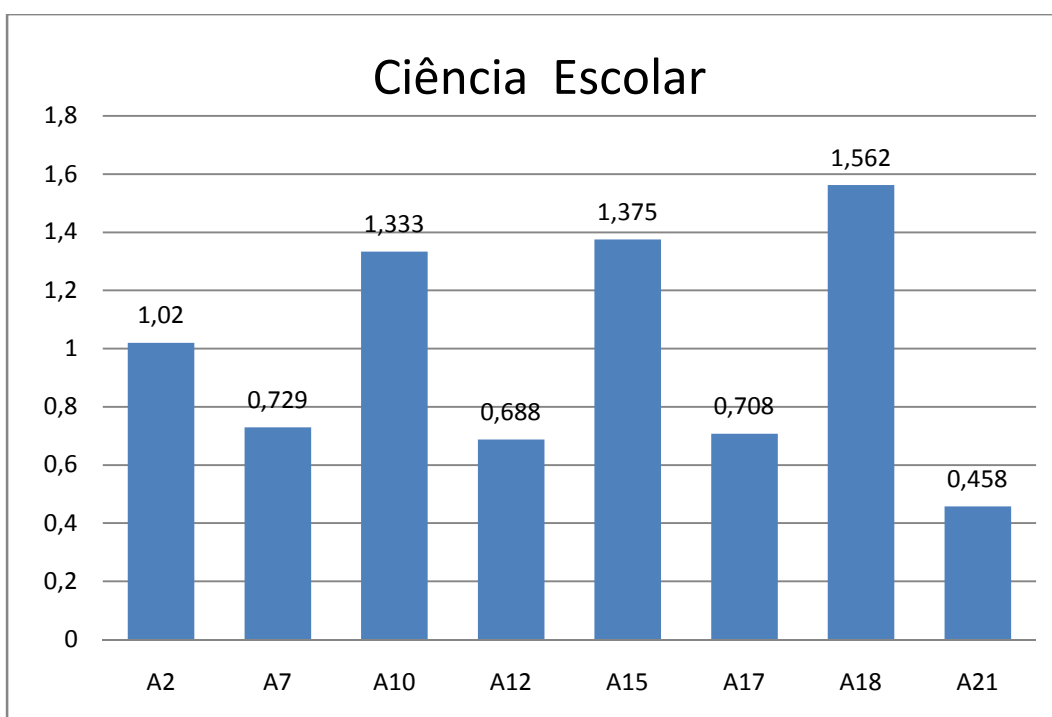
#### 4.2.3- Ciência Escolar

A tendência a considerar atuação científica como benéfica torna-se ainda mais acentuada no tocante às atitudes frente à ciência escolar (**Figura 4.6**), o que já era esperado,

uma vez que as pessoas entrevistadas escolheram uma carreira científica ligada à química, onde exercerão no futuro o ensino desta disciplina científica.

Esse dado se torna preocupante à medida que os licenciandos provavelmente não conseguem observar aspectos negativos na ciência escolar o que pode impedir que haja uma mudança de postura frente à forma tradicionalista e descontextualizada de ensinar ciências.

Mas paralelamente há um fato positivo quando analisamos as afirmações A2 e A10, ambas versam sobre a possibilidade que todas as pessoas teriam de aprender ciências, e os estudantes de química demonstram acreditar que a ciência é um conhecimento acessível a todos, não um domínio restrito a poucos indivíduos.



**Figura 4.6: Atitudes frente a ciência escolar - Campus Central**

#### 4.2.4- Atitudes x Gênero

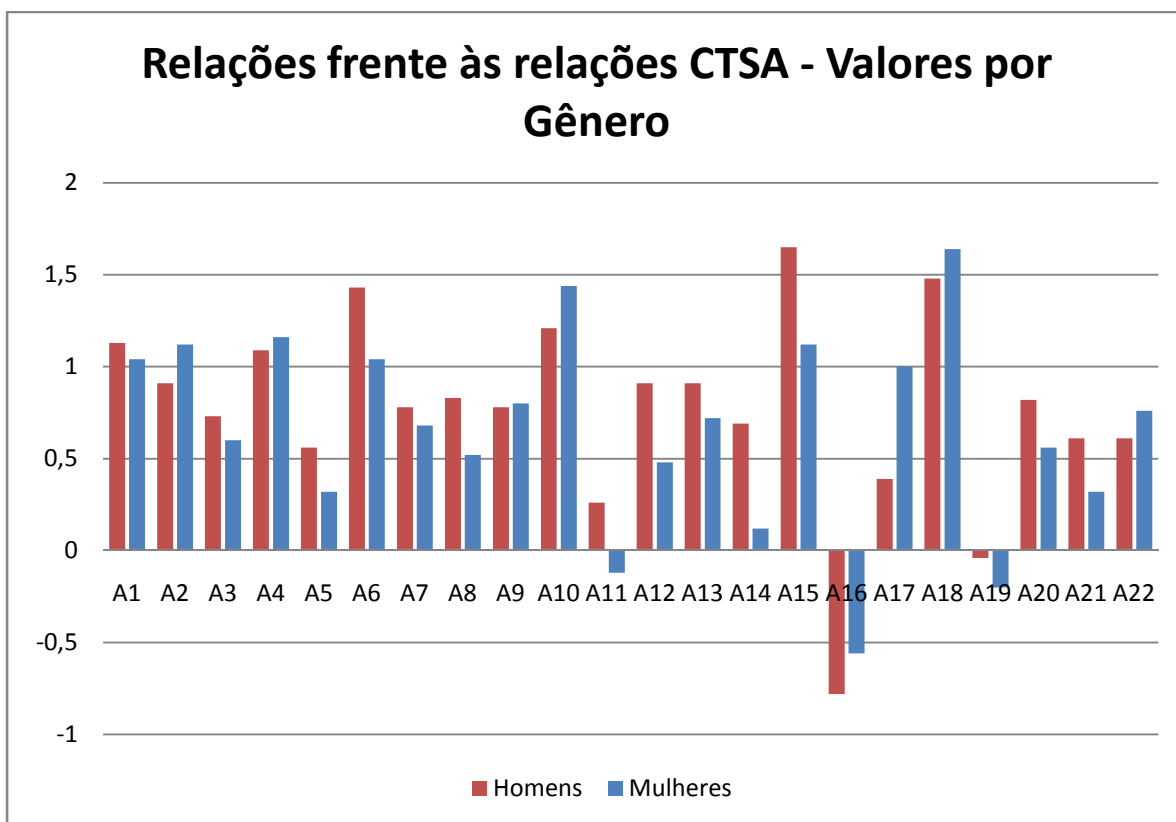
Outra análise que faz-se interessante é a variação das atitudes em relação ao gênero. Como afirmam Marmitt et al (2008) as atitudes em relação à matemática diferem em relação ao sexo, sendo estatisticamente superiores os valores obtidos entre os estudantes do sexo masculino. O mesmo afirmam Manassero Mas e Vázquez Alonso (2001) em relação à ciência em que os estudantes do sexo feminino teriam a tendência a escolher carreiras não científicas em função das atitudes e crenças negativas desenvolvidas em relação a ciência e a tecnologia.

Do total de licenciandos entrevistados no Campus Central, 23 são do sexo masculino e 25 do sexo feminino. Os valores médios encontrados encontram-se logo abaixo na **Figura 4.7**.

Como se pode notar há uma tendência geral a que os homens possuam uma visão mais positiva em relação a ciência. Quando se comparam os dois gráficos, percebe-se que entre 22 assertivas as mulheres apresentam valores de atitudes inferiores aos apresentados pelos homens e mesmo nas 8 assertivas nas quais apresentam valores superiores a diferença encontrada é muito pequena.

É interessante destacar a assertiva A11, tendo em vista ser a única que demonstra uma divergência na tendência entre os gêneros. Enquanto os estudantes do sexo masculino estão em desacordo com a idéia de que o buraco na camada de ozônio é resultado da ação da ciência e tecnologia ( $A11 = 0,26$ ), as estudantes demonstram concordar com esta afirmação ( $-0,12$ ).

Mesmo com estas discretas diferenças há que se ressaltar que as mulheres entrevistadas também apresentam uma atitude positiva frente a ciência e a tecnologia em todas as três categorias elegidas: CT – Sociedade; CT – Ambiente; Ciência Escolar. Esse resultado deve ser ponderado levando-se em conta o fato de que a amostra constitui-se inteiramente de homens e mulheres que optaram por uma carreira científica, o que justifica a uma visão tão positiva entre as licenciandas, mesmo quando se trata da ciência escolar.



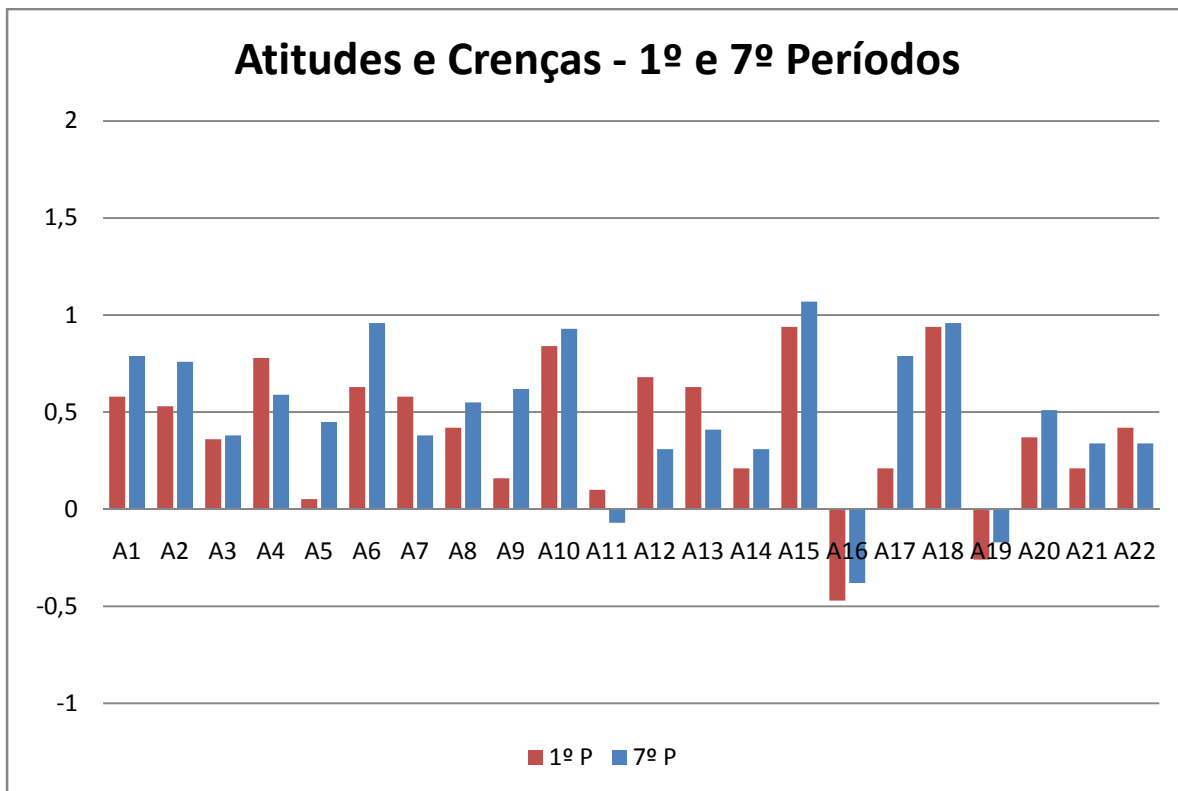
**Figura 4.7: Atitudes frente às relações CTSA (Gênero) – Campus Central**

#### 4.2.5- Atitudes x Tempo de curso

Um fator que poderia alterar os valores de atitudes e crenças dos licenciandos seria o tempo de curso dos mesmos. A formação recebida tanto nas disciplinas hard, quanto nas disciplinas de formação pedagógica expressam visões de ciência que ao longo dos semestres de curso poderia modificar a visão individual expressa pelo estudante. Tem-se ainda que levar em consideração os objetivos expressos no Projeto Político Pedagógico do curso de química da UERN, que apresentam como habilidades e competências necessárias aos licenciados em química a capacidade de:

- \* Construir ações concretas que estimulem o entendimento científico e tecnológico através de uma concepção crítica, contextualizada e não reducionista, avaliando os aspectos sociais, tecnológicos, ambientais, políticos e éticos relacionados às aplicações da Química na sociedade.
- \* Refletir criticamente com respeito aos seus próprios conhecimentos; assimilando os novos saberes científicos e/ou educacionais assim como sobre o comportamento ético que a sociedade espera de sua atuação e de suas relações com o contexto cultural, socioeconômico e político.

\* Ter uma visão crítica com relação ao papel social da Ciência e à sua natureza epistemológica, compreendendo o processo histórico-social de sua construção. (DQ, 2008)



**Figura 4.8: Atitudes x Tempo de curso – Campus Central**

E como pode ser observado na **Figura 4.8**, acima há uma significativa diferença entre os licenciandos que se encontram no primeiro período do curso e os licenciandos que se encontram no sétimo. Enquanto os estudantes do 1º período apresentam maiores valores médios para apenas 6 assertivas, os estudantes do sétimo semestre apresentaram escores maiores para 16 assertivas. O que indica que ao longo do curso os estudantes reforçam suas crenças positivas em relação à ciência e à tecnologia.

#### 4.2.6- Atitudes Gerais por Estudante

Quando somados os valores atribuídos às respostas dos estudantes chega-se à atitude individual do estudante com relação ao binômio CT e suas interações. Para este estudo uma vez que foram atribuídos valores positivos e negativos conforme o grau de concordância em relação às assertivas o ponto “neutro” encontra-se no zero, apresentando os estudantes com valores acima deste ponto atitude geral positiva frente a ciência e tecnologia e suas interações

com a sociedade e o ambiente. Os valores conforme o número de assertivas e os valores poderiam oscilar entre 44 a -44.

Ao se analisar os escores individuais (**Figura 4.9**) estes reforçam ainda mais as conclusões depreendidas dos gráficos anteriores, na medida que percebemos que dentre os 48 estudantes que responderam à escala de likert apenas seis demonstraram uma atitude negativa frente o binômio CT. Mais uma vez este resultado condiz com a própria escolha profissional dos licenciandos, uma vez que a escolha de uma profissão pode estar associada a diversos fatores entre os quais a visão que se têm sobre o profissional daquela área e a importância e prestígio social daquela profissão.

Os resultados quantitativos não expressam em sua totalidade o pensamento dos licenciandos e inferências com base apenas nestes seriam incompletas. Ainda que se perceba uma forte tendência a uma imagem positiva da ciência e da tecnologia não se pode afirmar apenas com base neles que os estudantes tenham uma tendência positivista na forma com a qual percebem a ciência. O que remete à necessidade de comparar os dados qualitativos e quantitativos para que se possa fazer inferências mais consistentes.

## Valores individuais de Atitudes

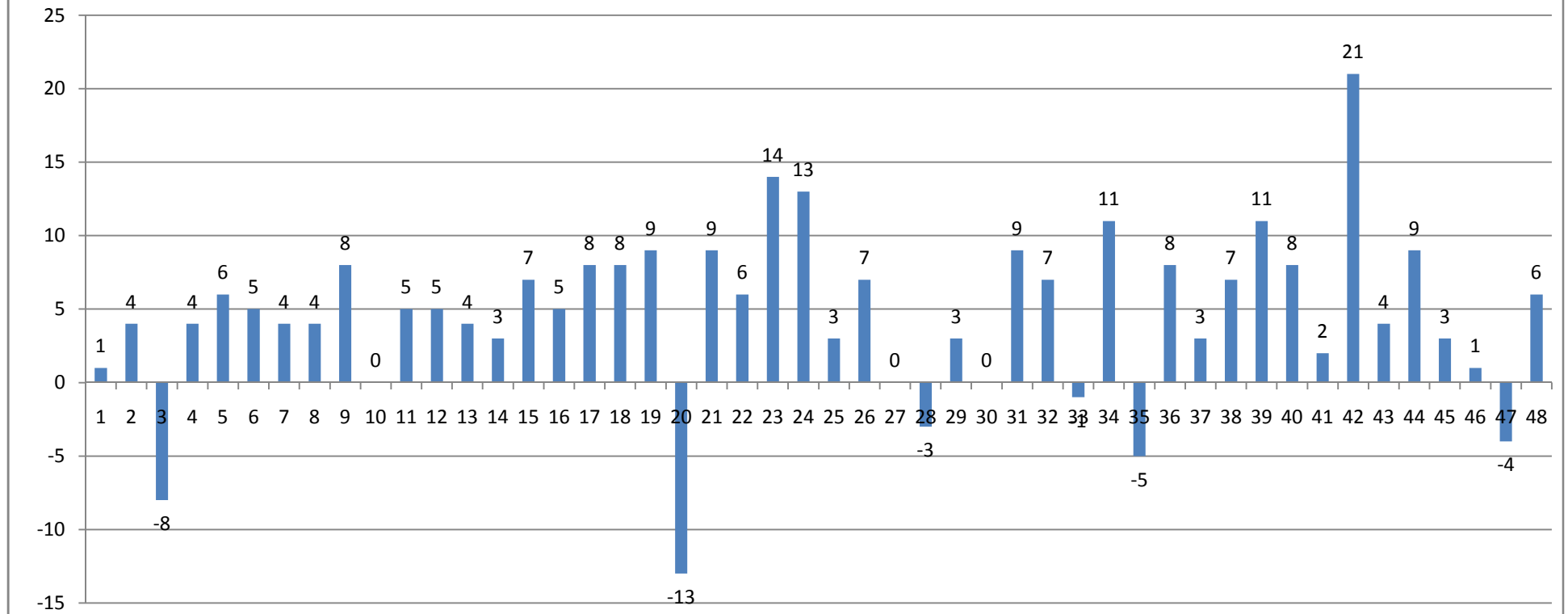


Figura 4.9: Atitudes por estudante - Campus Central



#### 4.3- RELAÇÃO QUALI-QUANTITATIVA – CAMPUS CENTRAL

Os resultados que podem ser depreendidos dos questionários nos mostram claramente a posição positiva frente à ciência e a tecnologia como já demonstrado, em consonância com a escala. De forma que nas duas primeiras questões o pensamento expresso pela maioria dos estudantes é de que a ciência está voltada para suprir as necessidades da sociedade e a melhoria das condições gerais da vida. Vemos aqui consonância direta com as assertivas A1, A3, A4, A6, A8 e A14, onde se expressam em concordância com as afirmações de caráter positivo e em discordância das afirmações que expressam um aspecto negativo da ciência e tecnologia, como na assertiva A3, onde os estudantes demonstram não acreditar que a ciência e a tecnologia possam privilegiar os ricos. De onde se pode inferir que estes acreditem em uma ação benfeitora e de distribuição homogênea por toda a sociedade, o que fica claro ao observar-se a assertiva A4, onde de maneira positiva é expressa essa idéia.

Quando nos referimos a questão da interação CT- Ambiente notamos claramente a necessidade de uma discussão sobre que tipo de relação a ciência e tecnologia tem estabelecido com o ambiente, uma vez que para cinco das seis assertivas sobre o tema o valores constantes no **Figura 4.5** apresentam valores positivos. Esse dado pode ser correlacionado à idéia expressa na sexta questão aberta do questionário. Uma vez que, como argumentado nas páginas 58 e 59, estes estudantes em sua maioria acreditam no modelo de decisão tecnocrática, na qual o conhecimento do especialista deve guiar as decisões sociais, também é razoável que estes mesmos estudantes não consigam perceber os impactos negativos que este posicionamento pode ter trazido ao meio ambiente.

Por fim quando nos referimos à ciência escolar onde a presença de atitudes positivas foi ainda mais acentuada do que nas duas outras categorias, podemos inicialmente pensar que estes estudantes não conseguem perceber pontos negativos na ciência ensinada na escola, uma vez que são detectados valores fortemente positivos. Quando, no entanto, nos debruçamos sobre a terceira questão aberta os 37,5% dos entrevistados (p. 60) que responderam ao questionamento pensando no conhecimento científico escolar pode nos dar indícios de como essa população entrevistada percebe essa ciência ensinada.

Pode-se inicialmente analisar os seguintes trechos das respostas:

*“Em primeiro lugar o conhecimento científico deve ser inserido desde o ensino fundamental, onde o aluno possa começar a questionar os fenômenos que o rodeia e buscar respostas para estes questionamentos. Quando o aluno já tem esse hábito de interrogar fica mais fácil a construção do conhecimento científico posteriormente.”*

*“...Essa vontade de conhecer o ‘mundo da ciência’ é incentivado quando dar-se possibilidade para isto, trabalhando com temáticas relevantes para o aluno é possível oferecer ao estudante oportunidade de conhecer melhor o mundo a sua volta.”*

Como se pode perceber nos trechos acima, os licenciandos fazem considerações de como deveria ser o ensino (ou em suas palavras a construção do conhecimento científico) em oposição à realidade que se possa encontrar em grande número de salas de aula. Daí infere-se que estes estudantes quando demonstravam atitudes marcadamente positivas frente à ciência escolar referiam-se não à maneira tradicional de ensino, mas a um ensino dentro de outra perspectiva.

#### 4. 4- ANÁLISE QUALITATIVA – NÚCLEO AVANÇADO DE ENSINO SUPERIOR DE SÃO MIGUEL

No tocante às questões 1 e 2 contidas no questionário os estudantes aparentemente demonstram sua crença em uma linearidade dos efeitos benéficos da ciência sobre a sociedade e sobre o mundo. Sendo assim as respostas mais comuns foram respectivamente para a primeira e segunda questões:

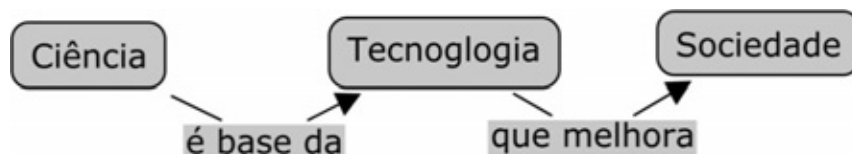
- a) Os temas de pesquisa científica são escolhidos em função da necessidade da sociedade (66,7% das pessoas que responderam ao questionário);
- b) Os cientistas fazem ciência para melhorar a qualidade de vida ou resolver problemas da humanidade (58,3% das respostas).

Quando nos referimos à terceira questão notamos que a presença da idéia do método científico único não se faz sentir no pensamento dos licenciandos, uma vez que nenhum destes chegou a citar nominalmente tal método e que cada um destes citou elementos diferentes para a construção do conhecimento científico: observação, teorização, experimentação, criação de hipóteses, teste de hipóteses, ... O que nos pode indicar que estes já tenham um entendimento de que não há um algoritmo pronto para todas as pesquisas científicas e todas as áreas de conhecimento.

Da leitura das respostas às questões 4 e 5, por sua vez chegamos a idéia de que a maior parte dos licenciandos ainda acredita que a tecnologia seja dependente dos conhecimentos científicos, sendo a primeira aplicação dos conhecimentos produzidos

pela segunda. Isso pode ser notado em 75% das respostas, sendo que somente 16,7% apontaram existir uma dependência mútua entre ciência-tecnologia.

A visão dos licenciados parece indicar a idéia de uma linearidade do conhecimento científico e tecnológico que leva à melhoria das condições gerais de vida que pode ser sintetizada da seguinte forma:



**Figura 4.10: Relação CTS segundo estudantes Núcleo Avançado de Ensino Superior de São Miguel**

Essa idéia é reforçada quando se analisa as respostas a sexta questão e notamos que dentre 83,3% que responderam a questão 33,3% acreditam que os especialistas devem tomar sozinhos a decisão sobre a comercialização dos alimentos transgênicos e que mais 16,6% acreditam que os especialistas devem ter um papel fundamental na decisão sobre tal comercialização, apesar de que outras instâncias da sociedade devem participar desta decisão. Tal posicionamento parece lógico quando se leva em consideração que o conhecimento científico é produzido para suprir as necessidades da sociedade e que leva à melhoria nas condições de vida da população.

Esses dados remetem a duas categorias trabalhadas por Auller (2002) em sua tese de doutorado:

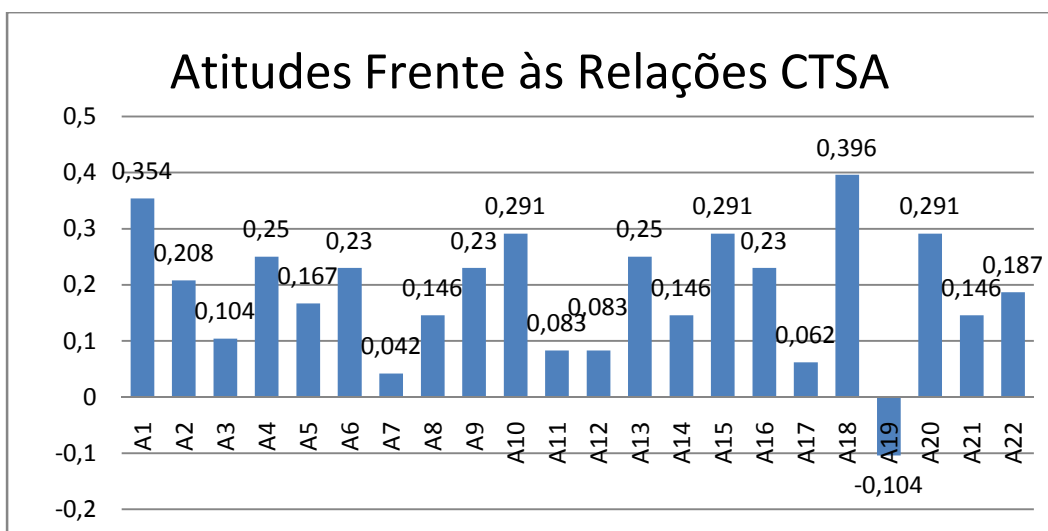
\* A perspectiva salvacionista da ciência e tecnologia – segundo a qual o binômio CT resolverá todos os problemas que atualmente enfrentamos;

\* O modelo de decisão tecnocrática – segundo o qual o especialista (cientista ou tecnólogo) tem a primazia sobre as decisões que envolvam assuntos tecnológicos.

Aparentemente os estudantes expressam ainda idéias tipicamente positivistas e relacionam-se entre si e não vislumbram as inconsistências de um modelo salvacionista da ciência que não pode resolver todos os problemas e que gera tantos outros. Ou mesmo que o modelo de decisão tecnocrática é fonte de diversos problemas sócio-ambientais que atualmente enfrentamos.

#### 4.5- ANÁLISE QUANTITATIVA – NÚCLEO AVANÇADO DE ENSINO SUPERIOR DE SÃO MIGUEL

A tabulação dos dados da escala sinaliza uma tendência a uma visão positiva sobre o impacto que a ciência e a tecnologia têm sobre a sociedade e o ambiente e sobre a ciência escolar. O que pode ser percebido no fato de que dentre os posicionamentos frente às 22 afirmações da escala somente duas apresentaram um comportamento negativo (**Figura 4.3**).



**Figura 4.11: Atitudes frente as relações CTSA - Núcleo Avançado de Ensino Superior de São Miguel**

Os dados obtidos no NAESSM foram tratados segundo as mesmas categorias já discutidas anteriormente:

1. Relações Ciência-Tecnologia e Sociedade
2. Relações Ciência-Tecnologia e Ambiente
3. Ciência Escolar

O que se pode perceber, no entanto, é que os licenciados demonstram em todas as questões, à exceção da assertiva A19, uma visão positiva sobre a forma com que a ciência e a tecnologia influem na sociedade, ambiente e na ciência escolar. Quando se confrontam esses dados com as questões qualitativas percebe-se que se reforça a idéia de uma visão positiva da ciência. Contudo, quando comparada com resultados anteriores (Nunes e Dantas, 2009) e com os dados obtidos para os estudantes do mesmo curso no Campus Central. Nota-se que os valores encontrados neste grupo são

significativamente inferiores em termos numéricos, o que pode ser entendido como uma tendência a problematização das relações CTSA por parte do grupo pesquisado em oposição aos demais. Essa consciência de aspectos positivos e negativos, contudo ainda parecer ser principiante, quando retornamos aos dados qualitativos.

Essa tendência à centralidade pode ser entendida não como uma depreciação da ciência e da tecnologia, tendo em vista que nos questionários é marcante a expressão de uma confiança na CT. Mas pode ser interpretada como um avanço da visão sobre os impactos negativos que a CT impõem a sociedade e o ambiente.

Cabe a ressalva de que parte dos docentes que lecionam o Campus Central também o faziam no Núcleo de São Miguel, e portanto não se pode imaginar que estes tenham construído diferentes visões de ciência a partir do contato com os mesmos docentes. Há, contudo, uma singularidade nos licenciados que terminaram química no NAESSM. Estes iniciaram um curso interdisciplinar: Licenciatura em Ciências, posteriormente adequaram-se ao fluxo curricular da licenciatura em química oferecida no CC. Assim, concluíram o curso em cinco anos, contando com uma grade curricular integralmente interdisciplinar, que envolvia disciplinas de biologia, física e matemática além das disciplinas específicas de química.

Ainda que seja apenas uma inferência a ser posteriormente investigada, há aqui indícios que uma formação interdisciplinar contribua com a alteração da postura frente a ciência e a tecnologia. Contudo, há que se ter em conta a diferenças das amostras do Campus Central e do Núcleo. Enquanto a primeira é composta por estudantes de todos os períodos a segunda é composta unicamente por estudantes que concluíram o curso e ademais, outros fatores não mencionados aqui podem estar influenciando os resultados, tais como a faixa etária dos entrevistados e a diferença entre o corpo docente que lecionava no NAESSM e o que lecionava no Campus Central.

## **CAPÍTULO 5: PROPOSTA DE MATERIAL DIDÁTICO PARA AS LICENCIATURAS EM QUÍMICA**

No tocante ao material didático Zabala (1998) defende a ideia de que estes são fundamentais e não lhes é dada a necessária atenção. Na visão deste autor, sua importância seria tão decisiva que chegaria muitas vezes a determinar a atividade docente.

Dentro desta perspectiva, a produção de materiais didáticos adequados para o suporte à atividade do docente ganha uma nova perspectiva. Sabemos que para o ensino de química no nível médio, existem materiais voltados ao ensino CTSA, como por exemplo, Santos et al, 2005. Contudo desconhecemos um material didático que trabalhe as relações CTSA voltado à formação do professor de química, o que corrobora com o objetivo de elaborar uma proposta de material, foco desse projeto de pesquisa.

### **5.1 – ELABORAÇÃO DO MATERIAL DIDÁTICO**

A elaboração do material didático foi realizada com base em três principais eixos:

- 1- Revisão bibliográfica sobre as concepções, atitudes, crenças e visões de professores em formação e professores em exercício;
- 2- Levantamento das atitudes e crenças dos licenciandos pesquisados sobre as relações CTSA;
- 3- Consulta ao livro “Química e Sociedade”, tendo em vista que este apresenta um enfoque CTS para o ensino-aprendizagem em química e que é um dos livros aprovados no último Programa Nacional do livro didático do Ensino Médio (PNLEM).

Para cumprir tais objetivos foram elaborados 3 módulos de ensino contendo respectivamente elementos de epistemologia da ciência, discussão das relações CTSA e uma unidade didática para o contexto local. A estrutura geral do material pode ser observada abaixo:

**MÓDULO 1: QUESTIONANDO A HEGEMONIA DO CONHECIMENTO TECNO-CIENTÍFICO;**

**MÓDULO 2: AS RELAÇÕES ENTRE A CIÊNCIA, A TECNOLOGIA, O AMBIENTE E A SOCIEDADE – MOVIMENTO CTSA;**

### MÓDULO 3: PROPOSTA TEMÁTICA PARA A EDUCAÇÃO QUÍMICA EM UMA PERSPECTIVA CTSA: O RIO MOSSORÓ.

#### 5.2 – PRIMEIRO E SEGUNDO MÓDULOS

Como já discutido acima, os estudantes, licenciados e professores possuem crenças e atitudes que segundo Manassero Mas e Vazquez Alonso (2001) seriam denominadas ingênuas ou inadequadas das quais pode-se citar:

- O mito da verdade absoluta;
- O realismo ingênuo;
- A negação de influência de fatores sociais sobre a ciência;

Retomando-se os dados analisados no terceiro capítulo nota-se claramente que os licenciandos pesquisados apresentam em grande medida estas crenças.

Sendo assim, a proposta do primeiro módulo de ensino volta-se a discutir elementos de epistemologia da ciência que diretamente se relacionam com o enfoque CTSA. Essa proposta também se apóia no fato de que a estrutura curricular da licenciatura em Química da UERN apenas contempla “Introdução à Filosofia da Ciência”, enquanto uma disciplina eletiva, e que alguns conceitos de Filosofia são necessários ao entendimento de algumas questões dentro da discussão do sistema de interações CTSA.

Desta forma, o primeiro módulo busca fazer uma brevíssima síntese de idéias contidas nas epistemologias positivistas, poperiana, kunhiana e de Paul Feyrebend, dando destaque às críticas feitas ao modelo positivista de entendimento da ciência.

A construção do segundo módulo foi motivada pela intencionalidade de discutir cada um dos componentes do sistema CTSA. Tendo em vista a percepção de algumas crenças apresentadas pelos estudantes pesquisados: a) A perspectiva salvacionista; b) O não entendimento da relação entre Ciência e Tecnologia ; c) A aceitação do modelo tecnocrático de decisão.

### 5.3 – CONSIDERAÇÕES SOBRE A ELABORAÇÃO DO MÓDULO 3

O terceiro módulo constitui-se de uma unidade didática elaborada com base na realidade local da degradação do Rio Apodi-Mossoró. Este rio passa por três importantes cidades do interior do estado do Rio Grande do Norte que atualmente contam com cursos de licenciatura em química: Mossoró, Apodi, e Pau dos Ferros. Na primeira destas cidades onde está localizado o Campus Central da UERN o rio sofre uma tricotomização e divide a cidade. A seguir são descritos os passos da elaboração deste material.

#### 5.3.1- Contexto e realidade local: o Rio Mossoró, sua história e seus poluentes

A primeira etapa para a elaboração deste capítulo constituiu-se na análise documental de livros, artigos, e trabalhos científicos que tratam direta ou indiretamente da bacia do Rio Apodi-Mossoró. Descrevemos a seguir os dados históricos e resultados de pesquisas que corroboram a idéia de que a bacia do rio constitui-se um tema adequado para discutir as relações CTSA naquela região.

A cidade de Mossoró é banhada pela Bacia hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró e suas histórias podem ser confundidas como salientam Cascudo (1996) e Câmara (2007). Segundo Cascudo o nome do Rio e da cidade provêm de uma tribo dos Cariris chamada Mouxorós ou Monxorós, “os quais faziam uso de suas águas e da mata ciliar para a caça, pesca e coleta de raízes e frutos”. Essa tribo vivia às margens do rio resistindo à dominação portuguesa das terras e assaltando gado, sendo sua procedência desconhecida, sabendo-se apenas que foi expulsa para a região de São José do Mipibu, onde se dispersou etnicamente.

Ainda em outro momento Cascudo comenta sobre a importância do Rio para a cidade:

A água fixa o homem. Em Mossoró há uma batalha de duzentos anos para fixar a água. Era uma região conquistada por gado, mas a própria pecuária determinaria o aspecto disperso e fragmentário do povoamento. Mas a população se adensou nos pontos ásperos onde ainda hoje é uma surpresa a cidade ter nascido contra a permanência de fatores negativos. (...)

Ainda em 1910 o grande Felipe Guerra citava as 22 cisternas e 25 cacimbas existentes em toda a cidade. E informava que estas últimas fornecem péssima água, intragável. (...)

O rio orientava a fixação demográfica. A câmara Municipal de Apodi, certificando em 10 de julho de 1838, sobre os pretendidos limites



pleiteados pelos mossoroenses para sua futura Freguesia, informava não haver habitações fora das margens do Rio Mossoró que é o mesmo Apodi. (CASCUDO, 1996).

Com relação ao que afirma Cascudo, da luta pela fixação da água no território mossoroense, podemos acrescentar o que descrevem Araújo et al (2007).

Com a intenção de evitar as enchentes que deixavam as vazantes submersas, a população, na década de oitenta (do século dezenove), resolveu canalizar o rio. O desvio fez com que o rio começasse a secar, e em 1905 o rio Mossoró parou de correr por trinta meses. Por isso, em 1917 o engenheiro Pedro Ciarlini foi chamado para construir obras contra as secas, entre as quais, as barragens no rio Mossoró. Foram construídas sete barragens espalhadas ao longo do rio, assim o rio não mais secava, mas a qualidade da água represada não atendia as condições de potabilidade. (...)

Atualmente, o problema das enchentes foi sanado a partir do controle de vazão do rio por intermédio da Barragem de Santa Cruz que fica a montante do município. O sítio barrável está localizado sobre o rio Apodi, na Bacia do Apodi-Mossoró, no boqueirão denominado Santa Cruz, distante 18 km a montante da sede do município de Apodi/RN. (ARAÚJO et al, 2007)

Vemos nestes relatos, como a população da cidade tem uma longa convivência com este que é o maior rio do Estado do Rio Grande do Norte. Mas uma convivência que não vem sendo “pacífica” como nota-se na interferência para mudar o curso natural do rio (feita pela comunidade) ou pela decisão técnica de criar barragens para impedir a seca. Levando um meio lótico (rios) a ter características físico-químicas de um meio lântico (lagos).

Outro aspecto que tem que se levar em conta, quando se fala da relação dos moradores da cidade com o rio, é a poluição das águas, detectada por inúmeros trabalhos (Araújo et al, 2007; Câmara, 2007; Martins et al, 2008a; Martins et al, 2008b).

Araújo et al, 2007 ao fazerem o monitoramento das águas do rio no período de 2005 a 2006, constatam que no referente a coliformes termotolerantes, a água próxima a barragem central apresenta um nível bem superior à classe 3<sup>12</sup> apontada na resolução 357/05 do CONAMA que afirma que corpos de água com tal classificação devem ter no máximo 2500, enquanto os valores encontrados no rio chegam a surpreendentes 46867 coliformes termotolerantes por 100 ml.

---

<sup>12</sup> Segundo a resolução 357/05 do CONAMA as águas classe 3 são aquelas que podem ser usadas para consumo humano depois de tratamento convencional ou avançado, que se prestam à pesca amadora, à irrigação de culturas cerealistas, forrageiras e arbóreas, à recreação de contato secundário e a dessecção de animais.

Outro aspecto relevante é que em dois dos pontos em que se analisou a quantidade de oxigênio dissolvido, este é superior ao que se esperaria para águas tropicais, que deveria apresentar valores próximos a 8mg/L. A conclusão a que estes pesquisadores chegam é que devido ao acentuado processo de eutrofização, facilmente percebido pela presença de uma coloração verde da água, o limite máximo de saturação estava excedido em função da grande atividade das algas presentes. Há que se esclarecer que em algumas situações a eutrofização pode levar à diminuição da quantidade de oxigênio presente na água, principalmente quando leva ao surgimento de macrófitas (plantas aquáticas), o que não parece ser o caso dos locais onde foram coletadas as amostras deste estudo.

Já Martins et al (2007, 2008a, 2008b), apresentam estudos em 23 pontos ao longo de toda a extensão do Rio, desde a nascente até sua foz, concluindo que no rio desde a nascente até foz, os índices de dureza total, alcalinidade, sólidos totais e fosfato vêm aumentando em função da ação antropogênica<sup>13</sup>. Estes aumentos são mais evidentes em amostras coletadas nos maiores centros urbanos pelos quais o rio passa: Mossoró, Pau dos Ferros e Apodi. Outros autores como Câmara (2007), destacam o papel que o crescimento demográfico, a atividade econômica e a urbanização do município exerceram sobre o rio.

Mas o grande consenso entre a maior parte dos autores e pesquisadores refere-se ao fato da maior fonte poluidora desse manancial serem os esgotos domésticos. Paiva (2005) afirma que somente na área destinada a preservação permanente da mata ciliar existem aproximadamente 14436 pessoas que despejam seus esgotos diretamente no leito do rio, sem nenhum tratamento prévio. Essa realidade é corroborada pelos resultados e pelas conclusões a que chegam Araújo (2007) e Martins (2008a e 2008b) ao determinarem os níveis de poluentes na água do rio entre 2006 a 2008.

### 5.3.2 - Quantidade de oxigênio dissolvido na água do rio Apodi-Mossoró

Diversos autores discutem a experimentação no ensino de ciências e da química (Hofstein, 2004 Hodson, 1994, Pereira, 2008), e fazem críticas à forma tradicional com que esta é vista e praticada em todos os níveis de escolaridade. Hofstein (2004) afirma

---

<sup>13</sup> Martins et al, 2007 apresentam dados que confirmam o aumento nos valores dos parâmetros físico-químicos nas proximidades dos grandes centros urbanos pelos quais o rio passa: Mossoró, Apodi e Pau dos Ferros.

que a experimentação tem exercido ao longo da história do ensino de química um papel central, constituindo-se no núcleo do currículo e sendo ao longo da década de 60 usada em diversas estratégias de ensino. Contudo, a ênfase dada ao papel da experimentação encontra-se na idéia do modelo de ensino por descoberta, ou como afirma Pereira (2008) ancorada em idéias positivistas. Contudo, como conclui este autor, as críticas feitas à experimentação são as mesmas feitas ao ensino tradicional, sendo a experimentação apenas uma atividade realizada segundo um modo tradicional. Considerando tais ponderações propomos uma atividade experimental com base na contextualização de problemas reais e sob uma perspectiva de construção social do conhecimento técnico científico.

Partindo da realidade local apresentada e tendo-se em vista o papel da experimentação no ensino de ciências, adaptou-se o experimento de determinação de oxigênio dissolvido na água, já apresentado e validado por Ferreira et al (2004), para se abordar a poluição das águas do Rio Apodi-Mossoró dentro do perímetro urbano da cidade de Mossoró.

#### 5.3.2.1- Descrevendo o experimento

O primeiro passo foi a coleta da água do rio em dois pontos distintos (Ponto 1, marcado pela eutrofização e ponto 2, uma ressurgência, onde a água apresenta-se cristalina – **Figuras 5.2 e 5.3**) onde amostras foram recolhidas em garrafas PET de 2L, às sete horas da manhã no primeiro ponto e às sete e quinze no segundo ponto. Em seguida, a água coletada foi filtrada com filtro de café previamente pesados para retirar as impurezas que pudessem induzir ao erro no momento da pesagem final da massa de oxigênio dissolvido.



**Figura 5.1: Ponto de coleta 1**



**Figura 5.2: Ponto de coleta 2**

Para a realização do experimento pesou-se cerca de 1,5 gramas de palha de aço em uma balança analítica e com o auxílio de um bastão de vidro introduziu-se esta em uma garrafa PET, a qual foi preenchida com a amostra de água coletada no ponto 1. O mesmo procedimento foi repetido para a mostra coletada no ponto 2, para uma amostra de água destilada e para duas amostras de água coletadas em torneiras das tubulações de distribuição. Cada uma das amostras de água teve seu pH medido em um pHmetro digital.

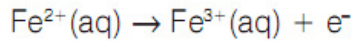
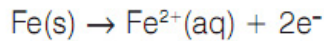
Segundo Ferreira et al (2004) existem duas possibilidades de formação do óxido de ferro a partir da reação do oxigênio molecular presente na água e o ferro constituinte da palha de aço.

Mecanismo 1:

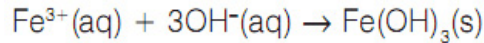
Redução:



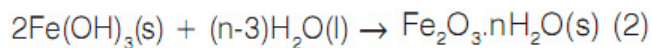
Oxidação:



Precipitação:

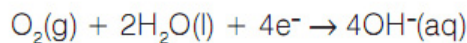


Formação do óxido:

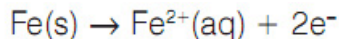


Mecanismo 2:

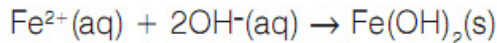
Redução:



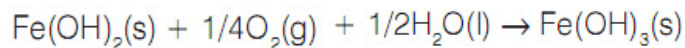
Oxidação:



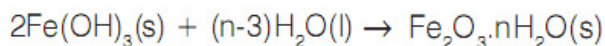
Precipitação:



Oxidação adicional:



Formação do óxido:



Tendo-se em vista os mecanismos propostos algumas considerações adicionais são necessárias. Como afirmam Brown, Lemay e Bursten (1999) valores de pH superiores a 9 impedem a redução do  $\text{O}_2$  molecular e conseqüentemente a oxidação do ferro. Inversamente, a formação dos precipitados –  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  e  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  são dificultadas por valores baixos de pH. No tocante ao tempo de cinco dias para a finalização do experimento este pode ser justificado em função da precipitação anteceder a formação do óxido de ferro.

Desta forma, após cinco dias efetuou-se a filtração de cada uma das soluções das garrafas com filtro de café (previamente pesado) e pôs-se na estufa para secar e desidratar, uma vez que o óxido formado é hidratado.

Pesou-se o papel de filtro depois de seco e foi feita a diferença para encontrar a quantidade de óxido de ferro presente. A diferença entre o valor de massa inicial (filtro de papel) e final (filtro de papel com óxido) é proporcional à quantidade de oxigênio dissolvido na água que reagiu com o ferro presente na esponja de aço. Os resultados são mostrados na tabela abaixo.

<b>Amostra</b>	<b>Massa de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (g)</b>	<b>pH</b>	<b>Concentração O<sub>2</sub> (g/L)</b>
Ponto de coleta 1	0,7732	7,31	0,116
Ponto de coleta2	0,1050	7,89	0,016
Água destilada	0,3086	7,02	0,046
Água da tubulação 1	0,1019	7,98	0,015
Água da tubulação 2	0,1018	7,98	0,015

**Tabela 5.1: Valores de oxigênio dissolvido nas amostras analisadas**

Diante dos dados obtidos a partir da busca de textos históricos e artigos científicos, bem como do experimento acima relatado chega-se a algumas considerações importantes:

- a) Os valores obtidos com o experimento para todas as amostras encontram-se significativamente acima dos valores máximos esperados para a água com saturação máxima de O<sub>2</sub> a 25 °C que seria de aproximadamente 0,008 g/L. O que nos indica que a desidratação do composto Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · n H<sub>2</sub>O não foi completa, um problema já relato por Ferreira et al (2004) em seu artigo original.
- b) Ainda que não se possa fazer considerações quantitativas exatas, o experimento traz a possibilidade de uma ótima discussão qualitativa, uma vez que a amostra 1, proveniente de um ponto eutrofizado do rio apresentou valores cerca de oito vezes maior que a água coletado no outro ponto ou na água distribuída na tubulação da UERN.
- c) A água da tubulação da UERN<sup>14</sup> e da ressurgência apresentaram valores extremamente próximos o que é justificado por ambas serem águas provenientes do subsolo da cidade, de onde se depreendem que tenham características físico-químicas similares.

<sup>14</sup> A água distribuída na tubulação da UERN provém de poço próprio e não muito distante do leito do Rio.

- d) O experimento permite comparação entre os valores das amostras, ainda que não se possa chegar à uma conclusão quantitativa sobre a qualidade de água em cada ponto em particular. Sendo este aspecto útil para se trabalhar a discussão sobre elementos científicos de interesse na perspectiva CTSA, como a elaboração de hipóteses, discussão sobre a validade do método, a necessidade de outras metodologias e a incorporação de outros passos ao método adotado, entre outros.
- e) A execução desse experimento associada às discussões histórico-sociais e científico-tecnológicas como brevemente esboçadas acima pode constituir-se em uma unidade didática para o ensino de química em uma perspectiva CTSA, com os seguintes passos:

#### 5.4- OFICINA NO NAESSM

Com o intuito de avaliar o material didático proposto foi realizado nos dias 30 de novembro e 01 de dezembro de 2009 no NAESSM uma oficina intitulada “CTSA na educação química.” Oferecida aos recém egressos do curso de licenciatura em química daquele núcleo<sup>15</sup>. A oficina foi estruturada em 09 horas-aula distribuídas entre a noite do dia 30, manhã e noite do dia 01. Participaram das atividades propostas abaixo detalhadas no **Quadro 5.1**, 16 licenciados.

Dia	Turno	Tempo	Atividades
30	N	3 h/a	1- Apresentação 2- Discussão sobre questões epistemológicas
01	M	3 h/a	3- Apresentação da estrutura do Caso Simulado CTSA 4- Escolha do tema e formação dos grupos para o Caso Simulado. 5- Caso Simulado sobre as relações CTSA
01	N	3 h/a	6- Realização do Caso Simulado 7- Avaliação.

**Quadro 5.1:** Estrutura da oficina no Núcleo Avançado de Ensino Superior de São Miguel

<sup>15</sup> O Núcleo Avançado de Educação Superior de São Miguel ofertou duas turmas de licenciatura em química. Os estudantes participantes da oficina eram recém egressos do curso, que haviam participado da cerimônia de colação de grau na semana anterior.

#### 5.4.1 – Primeiro momento

As primeiras três horas da oficina foram planejadas para fornecer uma visão geral dos objetivos a ser trabalhados e principalmente trabalhar as questões epistemológicas contidas no primeiro módulo do material didático. De maneira que trechos do material didático foram utilizados para fomentar o diálogo sobre a Filosofia da Ciência e as visões possíveis sobre esta.

Durante este momento os licenciados expressavam suas idéias que eram contrapostas por idéias dos filósofos escolhidos: Karl Popper, Thomas Kuhn, Paul Feyerabend, Edgar Morin e Humberto Maturana. Ou era pedido que se posicionassem a partir de trechos retirados do material didático. Como o seguinte retirado da descrição de paradigma segundo Tomas Kuhn:

“O Paradigma é um conjunto de crenças, valores, metodologias, teorias, problemas e respostas aceitos como válidos por uma comunidade científica, daí o caráter marcadamente social da ciência. É o consenso da comunidade de um campo científico que determina o possível e o válido dentro daquela ciência, não apenas a experimentação.”

A cada trecho apresentado, foi solicitado que os licenciados se posicionassem quanto a sua concordância ou não. O que se objetivava aqui era testar a linguagem utilizada na redação do material e sua adequação para o público alvo.

Com base na dificuldade que os estudantes apresentaram para entender certos termos chegou-se à conclusão de que a linguagem utilizada deveria ser revista e adaptada para que facilitasse a compreensão por parte dos licenciandos.

#### 5.4.2- Segundo Momento

O segundo momento das oficinas pedagógicas, realizado na manhã do dia 01 de dezembro apresentou uma dinâmica próxima à utilizada na noite anterior. Os licenciados formaram um círculo e foram inicialmente questionados sobre cada elemento constante no segundo módulo do material didático, e em seguida era pedido que se posicionassem sobre trechos extraídos do próprio material. A intencionalidade desta ação era que os licenciados pudessem expressar suas opiniões sobre os elementos constituintes dos sistemas de interações CTSA e que à maneira do relatado no tópico



5.4.2 avaliar a linguagem utilizada. Dentre os termos que geraram dificuldade de entendimento figuram “egocêntrico”, “antropocêntrico”, “ecocêntrico”. Contudo, a compreensão dos fragmentos de texto pareceu satisfatória, uma vez que os estudantes puderam se posicionar e argumentar sobre eles, mesmo que expressando opiniões que seriam classificadas como ingênuas. Como podem ser percebidas nos trechos abaixo transcritos da fala dos participantes da entrevista.

*“Para mim, tecnologia tem haver com máquinas, computadores. Isso é tecnologia.”* (Participante A).

Aqui o estudante expressava sua visão (que poderia ser tida como ingênuo) sobre o conceito de tecnologia. Logo após foram discutidos outros conceitos de técnica e tecnologia, partindo inicialmente da **figura 5.1**.



**Figura 5.3: Charge sobre Caixa Eletrônico**

Fonte: [http://tchelaopontoazul.blogspot.com/2009\\_03\\_01\\_archive.html](http://tchelaopontoazul.blogspot.com/2009_03_01_archive.html)

Em seguida um estudante espontaneamente afirmou: *“Assim, a gente pode separar a palavra [tecnologia] em duas partes a primeira é técnica e a outra é logia, ou seja, estudo. Seria assim um estudo da técnica...”* (Participante B)

Com a continuidade da discussão sobre a tecnologia, outra estudante afirmou: *“Falando dos transgênicos é importante que eles nos expliquem para que a gente saiba se deve usar ou não.”* (Participante C)

Em um momento posterior, quando apresentado o seguinte trecho do material didático: “A produção e incorporação da tecnologia no meio social é determinada não apenas pela necessidade do artefato, mas sobretudo por uma lógica de consumo que obriga as pessoas a consumir sem refletir a necessidade do novo objeto.” Uma das participantes expressou o seguinte pensamento:

“Interessante que apesar de ter muitas informações nos rótulos [dos produtos] as pessoas não sabem o que estão consumindo” (Participante D). Aqui a licenciada expressa a idéia de que se faz necessário pensar sobre o produto que se consome, e prestar atenção às informações que são dadas ao consumidor.

Ainda no mesmo momento quando a discussão voltou-se aos subsistemas Sócio-Técnico e Sócio-Científico pode-se ressaltar o seguinte diálogo:

*“Como vocês acham que a pesquisa [científica e tecnológica] se relacionam com as desigualdades da sociedade? Vocês acham que a ciência e a tecnologia são feitas para todo mundo?”* (Pesquisador)

*“Não, porque em termos de ciência e tecnologia eles só pesquisam o que vai dar financiamento, vai dar lucro!”*(Participante E)

Como se pode perceber do conjunto dessas falas transcritas, não houve dificuldade de compreensão geral das idéias contidas no material didático, com a exceção de algumas termos, aos quais devem ser melhor inseridos no texto com notas explicativas.

Finalizando o encontro da manhã, foi escolhido o tema do caso simulado a ser realizado à noite e os grupos sociais que cada estudante representaria, o que se encontra descrito no próximo tópico.

#### 5.4.3- Caso Simulado em uma perspectiva CTSA

Durante a oficina de São Miguel o módulo 3 não foi trabalhado na íntegra, tendo em vista que a temática do Rio Apodi-Mossoró não remetia à realidade local. Desta forma, optou-se por avaliar naquele momento apenas o modelo de Caso Simulado CTSA proposto e foi solicitado aos estudantes que escolherem um tema significativo para ser trabalhado.

O tema escolhido foi “Alto índice de incidência de casos de câncer na cidade de São Miguel e o uso de agrotóxicos nas lavouras agrícolas.” Segundo os estudantes a cidade na qual residem sofre de um alto índice de casos de câncer quando comparado

aos índices das cidades circunvizinhas. E durante a graduação um grupo dentre os participantes, já havia notado o abuso de utilização de agrotóxicos em lavouras próximas aos reservatórios de água da cidade. Cabe ainda relatar que a mãe de uma das participantes do curso estava à época com câncer. Sendo assim, o tema escolhido se enquadrava em todas as características necessárias ao Caso Simulado CTSA.

Os grupos sociais que foram escolhidos para tomar parte na atividade foram:

- ✚ Agricultores;
- ✚ Representantes da prefeitura municipal;
- ✚ Vítimas de Câncer e parentes;
- ✚ Médicos;
- ✚ Químicos;
- ✚ Corpo de jurados.

O Caso Simulado foi realizado à noite como última atividade das oficinas e nele o grupo de jurados tentou em sua decisão final articular as necessidades sócio-econômicas do município (que depende da produção agrícola) com a preocupação sócio-ambiental, pensando medidas de erradicação do uso de pesticidas através de apoio técnico para a adoção do controle de pragas com base nos preceitos da agroecologia.

Seguinte ao Caso Simulado foi solicitado aos estudantes que se expressassem em relação ao enfoque CTSA, à oficina e a possibilidade de realização do debate e caso simulado em salas de aula de ensino fundamental e médio. A totalidade dos licenciados afirmou que o enfoque CTSA parece a princípio muito atrativo e que o Caso Simulado poderia ser usado em qualquer restrição em salas de aula no nível fundamental maior e ensino médio. A preocupação já expressa anteriormente pelos futuros professores e que foi novamente levantada foi a de que os estudantes e pais poderiam reclamar da ausência de conteúdo e do método tradicional de ensino. Quanto à oficina a crítica foi a ausência de elementos mais dinâmicos como vídeos e experimentos que pudessem suavizar a oficina. Elementos esses inseridos nas oficinas realizadas em Mossoró, como é descrito no tópico 5.5, deste capítulo.

## 5.5- OFICINAS NO CAMPUS CENTRAL – UERN

Com o mesmo intuito descrito no item 5.4 deste capítulo foram realizadas no dia 09 e 10 de fevereiro de 2010 as oficinas intituladas “Relações CTSA no ensino de

química”. Estas contaram com 12 horas/aula distribuídas no turno vespertino do dia 09, e matutino e vespertino do dia 10, com o descrito no **Quadro 5.2**. Participaram da oficina 32 licenciandos.

Dia	Turno	Tempo	Atividades
09	V	4 h/a	1- Apresentação 2- Início da Atividade Experimental 3- Discussão sobre questões epistemológicas
10	M	4 h/a	4- Apresentação da estrutura do Caso Simulado CTSA 5- Escolha do tema e formação dos grupos para o caso Simulado CTSA. 6- Debate sobre as relações CTSA 7- Apresentação de vídeos ilustrativos
10	V	4 h/a	8- Discussão sobre a atividade experimental 9- Realização do Caso Simulado 10- Avaliação.

**Quadro 5.2:** Estrutura da oficina no Campus Central

#### 5.5.1- Primeiro Momento

O início das oficinas foi feito no laboratório de química orgânica, no Campus Central da UERN. Inicialmente foi feita uma breve apresentação do curso e em seguida os estudantes foram levados ao laboratório, onde formaram cinco grupos e lhes foi explicado o procedimento experimental a ser realizado.

Inicialmente os estudantes do grupo 1 e 2 filtraram duas amostras de água do rio Apodi-Mossoró, previamente coletadas em dois pontos, o primeiro (**Figura 5.2**) na próximo a Barragem Central (centro da cidade de Mossoró) e a segunda em uma ressurgência localizada abaixo da terceira ponte na Avenida Presidente Dutra, próxima a Igreja do Alto São Manoel (**Figura 5.3**). A filtragem pode ser vista nas **Figuras 5.4 e 5.5**.



**Figura 5.4: Grupo 1 filtrando a amostra do ponto 1**



**Figura 5.5: Grupo 2 filtrando amostra do ponto 2**

Ao final da filtração da água, os licenciandos mediram o pH de cada uma das amostras, pesaram cerca de 1,5 gramas de palha de aço (**Figura 5.6**) e colocaram em garrafas PET de 2 litros. Preencheram as garrafas com a água do rio. Esse procedimento foi repetido pelos grupos 3, 4 e 5 que usaram respectivamente água da torneira (3 e 4) e água destilada (5), **Figura 5.7**.



**Figura 5.6: Grupo 3 pesando a massa de palha de aço**



**Figura 5.7: Grupo 5 finalizando primeira etapa do experimento**

Sabendo que o experimento demora 5 dias para a total formação do óxido de ferro, havia sido preparadas quatro garrafas (A, B, C, D) segundo o mesmo procedimento descrito acima. E respectivamente preenchidas com água do ponto 1, água do ponto 2, água da torneira e água destilada.

Os grupos participantes pesaram e identificaram os papéis de filtro de café a serem utilizados no experimento e em seguida filtraram a água contida nas garrafas para obter o óxido de ferro a partir da oxidação do ferro contido na palha de aço. Os papéis foram levados para a estufa para passar 24 horas a 110° C.

Seguiu-se a esse momento um intervalo de 30 min.

Após o intervalo foi feita uma apresentação detalhada dos objetivos e estrutura da oficina. Seguindo-se o mesmo procedimento descrito no item 4.4.1. No qual o pesquisador discutiu juntamente com os licenciandos conceitos fundamentais da epistemologia da ciência significativos para o entendimento das relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente. À semelhança da oficina apresentada em São Miguel, o material (slides) utilizado era composto de trechos do material didático, com a finalidade de perceber se haviam algumas limitações da linguagem utilizada.

### 5.5.2 - Segundo Momento

Na manhã do dia 10, foi realizada a discussão sobre os elementos constituintes do sistema CTSA, conforme o material didático. E apresentado intercaladamente três vídeos: comercial do Creme Dental Colgate (Década de 50), comercial da marca de iogurte Activia, e episódio da série norte-americana Big Bang Theory. Bem como as charges e poemas contidos no texto de apoio.

Foi notada uma boa interação por parte dos estudantes quando apresentados os vídeos e as charges, ainda que alguns tenham se mantido calados.

Ao final do momento de discussão foi apresentada aos participantes da oficina a atividade a ser desenvolvida ao final do curso: O caso simulado. Inicialmente diferenciou-se debate de caso simulado.

Para Vieira e Bazzo (2007) o debate volta-se a uma discussão sobre um tema controverso da ciência, como o aquecimento global (VIEIRA e BAZZO, 2007). Já o caso simulado diferencia-se, pois neste os estudantes assumem papéis de grupos sociais envolvidos em um problema próximo a sua realidade.

O tema foi pré-estabelecido pelo pesquisador, tendo-se em vista a necessidade de que os licenciandos pudessem ter acesso a materiais informativos para fundamentar sua argumentação, o que foi fornecido no material didático, em seus apêndices, sob a forma de trabalhos científicos sobre o rio e reportagens de jornais locais e do site da prefeitura municipal de Mossoró.

Para o estabelecimento dos papéis que cada grupo representaria optou-se por usar o “jogo de papéis” com o objetivo de usar a “psicologia do prejuízo” na qual a pessoa experimenta uma situação para entender os padrões psicológicos de outro grupo social. (BARKLEY et al, 2005). Assim, os estudantes que possuíam conhecimento

aprofundado sobre o rio (por participarem de projetos de I. C.) assumiram o papel da comunidade ribeirinha ou políticos locais.

### 5.5.3 – Terceiro Momento e impressões sobre a oficina

A tarde do dia 10 foram realizados três atividades, já citadas no **Quadro 5.2**.

A primeira foi a discussão sobre o experimento de determinação do oxigênio dissolvido na água do Rio Apodi-Mossoró e sua validade.

Se faz necessário justificar que inicialmente este momento estava destinado a pesagem do material e a determinação dos valores de óxido de ferro formados, mas uma queda na corrente elétrica da universidade impediu esse procedimento. Assim, a discussão sobre os resultados foi feita com base nos resultados obtidos anteriormente, por este autor e já apresentados na **tabela 5.1**.

Quando os estudantes observaram os valores imediatamente perceberam a grande diferença existente entre o ponto 1 e as demais amostras. Alguns licenciandos (que participam de projetos de iniciação científica relacionados ao rio), apontaram rapidamente a razão pela qual a água possuía uma maior quantidade de oxigênio dissolvido: a eutrofização<sup>16</sup>.

No momento que o erro médio (8%) do experimento no artigo original foi relatado alguns licenciandos demonstraram-se desapontados. Outros, no entanto, retomaram objetivo do experimento: “Mas esse experimento é para dar aula de ensino médio, não precisa ter erro analítico.” (Estudante A)

Os estudantes ainda foram perguntados sobre as quais conteúdos este experimento seria adequado. A essa pergunta a resposta foi categórica: Eletroquímica. Segundo uma das participantes quando se fala em eletroquímica o experimento que vêm a mente é a construção de pilhas. A atividade apresentada teria algumas vantagens com relação às pilhas, uma vez que é contextualizada, usa materiais alternativos e é uma “coisa” que faz parte da vida dos alunos. (Estudante A)

Uma limitação encontrada foi a utilização de uma balança analítica ou semi-analítica, dado o valor de oxigênio dissolvido (O.D.) ser muito pequeno, surgindo a partir do grupo a idéia de usar recipientes maiores em torno de 5 litros, uma vez que o

---

<sup>16</sup> Fenômeno provocado pelo excesso de nutrientes em corpos de água, que provoca o crescimento excessivo de algas e plantas aquáticas, alterando assim a quantidade de oxigênio dissolvido na água.



uso de garrafões de 20 litros (proposta dada pelo pesquisador) foi rejeitada pelos participantes, argumentando que haveriam maiores problemas no uso destes.

Seguido à discussão sobre o experimento ocorreu o caso Simulado CTSA, cujo tema escolhido foi: Rio Mossoró – Quem são os culpados? Os grupos sociais envolvidos na atividade foram:

- ✚ Comunidade Ribeirinha (**Figura 5.8**)
- ✚ Cientistas (**Figura 5.9**)
- ✚ Políticos locais (**Figura 5.10**)
- ✚ Juri (**Figura 5.11**)

A discussão estabeleceu-se entre dois pólos. O grupo que representava a comunidade ribeirinha usou seus argumentos para responsabilizar a prefeitura municipal, enquanto os representantes do poder municipal culpavam a comunidade e a ocupação irregular das margens do rio, como um dos principais impactos ambientais gerados.



**Figura 5.8: Grupo “Comunidade Ribeirinha”**

O grupo de cientistas manteve certa neutralidade durante o debate, responsabilizando a ambos os grupos: ao poder municipal pelo despejo do esgoto da cidade no rio, e à população pela ocupação inadequada da área de preservação.



**Figura 5.9: Grupo “Cientistas”**

Neste ponto a discussão voltou-se à ação da prefeitura diante da ocupação das áreas que deveriam ser protegidas, ao que o grupo de políticos locais reagiu afirmando que havia um projeto para desocupar essas áreas e construir para a população casas em outros locais.

Ainda houve durante o debate, a discussão sobre o tipo de doenças que a população poderia estar exposta em função do contato direto com a água do rio, e por sua fonte de alimento ser retirada do rio.



**Figura 5.10: Grupo “Políticos Locais”**

Ao final, o grupo de jurados reuniu-se em separado para “tomar uma decisão”. Esta teria que ser baseada nos argumentos apresentados e propor uma solução ainda que temporária para o problema em questão e envolver os grupos em sua execução.



**Figura 5.11: Grupo “Jurados”**

A idéia expressa ao final teve como principal argumento o fato de que a prefeitura municipal era maior causadora dos danos ambientais, por despejar cerca de 70 % do esgoto da cidade de Mossoró diretamente no rio, sem um tratamento adequado. Sendo assim, caberia a esta iniciar projetos que visassem implementar em caráter de urgência um sistema que garantisse o adequado tratamento dos esgotos.

Ao grupo de pesquisadores caberia manter estudos de monitoramento das águas, auxiliar a prefeitura na escolha do modelo de tratamento de esgotos a ser implantado, e desenvolver atividades de educação ambiental junto à comunidade ribeirinha.

À população seria destinada a construção de um conjunto habitacional financiado pela prefeitura, em outro local afastado das margens do rio. Mas estariam condicionados a não vender as casas, ou retornar às antigas moradas.

Terminado o caso simulado, passou-se a entrevista grupal na qual os estudantes foram questionados inicialmente sobre o caso simulado e em seguida, sobre a própria oficina.

Todos os participantes afirmam ter gostado da atividade (Caso Simulado) e que esta poderia ser usada no ensino de química, e que mesmo nessa abordagem os conteúdos químicos poderiam ser trabalhados, sem prejuízos.

Segundo um dos participantes uma limitação para se usar o debate sobre o rio Mossoró em uma sala de aula de ensino médio seria a linguagem como podemos notar em sua fala.

*“... A dificuldade seria a linguagem para aplicar no ensino médio... o que estou dizendo é pegar os conceitos e falar numa linguagem mais acessível ao pessoal...”* (Estudante B)

Foi discutido ainda o papel que cada grupo representava dentro da perspectiva e que o grupo de cientistas tinha especial importância dado ser o grupo que abordaria dentro do debate os conceitos químicos. Por sua vez o grupo de jurados representava um papel ainda mais importante por ter a responsabilidade de buscar soluções possíveis para o problema com base nos argumentos apresentados por todos os grupos. O que poder ser ilustrado da fala de um dos participantes:

*“o diferencial é que os jurados não vão dizer quem tá certo, quem tá errado. Aí fica mais interessante...”* (Estudante C)

Quando questionados sobre a oficina e sobre os pontos positivos, estes levantaram dois pontos, uma estudante retomou ao experimento para diferenciá-los dos demais que são feitos em sala. *“Nesse experimento nós podemos mostrar uma coisa real, não é só aqueles experimentos que costumamos fazer.”* (Estudante A)

Os estudantes também foram perguntados se a linguagem usada na oficina poderia ter sido uma dificuldade, ao que um dos participantes respondeu: *“Não acho que a linguagem em si, mas é porque a gente não estava acostumado com alguns autores, alguns conceitos eu não conhecia, por exemplo, a “ciência anarquista” [ao se referir ao anarquismo epistemológico de Paul Feyreband].* (Estudante C)

Foram pontos negativos levantados nesse momento, por outro licenciando que as discussões epistemológicas foram “monótonas” (Estudante E). Ao que o Estudante B, discordou afirmando que a questão estava no interesse de cada um. Alguns gostavam mais da parte experimental outros mais do Caso Simulado e da discussão epistemológica.

Um ponto também levantado foi a grande evasão do curso. Dos trinta e dois participantes que iniciaram o curso apenas 15 estiveram presentes no último momento. Contudo, foi observado que parte dos estudantes que faltaram à atividade tiveram aula no mesmo horário.

## CAPÍTULO 6: CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do observado por meio de ambos os instrumentos respondidos pelos licenciandos do Campus Central da UERN e do Núcleo Avançado de Educação Superior de São Miguel, percebe-se que eles têm uma visão positiva da ciência e da tecnologia. Contudo, nota-se ainda que suas crenças sofrem influência do pensamento positivista.

Com base nestas constatações surge a necessidade de refletir sobre os cursos de licenciatura em química e sobre como estes trabalharão alguns conteúdos tipicamente CTS, tais como:

- 1- Estudos sobre a natureza da ciência;
- 2- Estudos sobre a natureza da tecnologia;
- 3- Relacionamento entre ciência-tecnologia e surgimento da tecnociência;
- 4- Determinismo tecnológico;
- 5- Controle social da ciência e tecnologia;
- 6- Impactos ambientais das decisões tecnocráticas.

O modelo de inserção desses tópicos de ensino e a proposição de materiais didáticos para este público ganha maior relevância quando se imagina como princípio a formação de futuros professores de química que sejam capazes de alfabetizar cientificamente em uma perspectiva CTSA, e não numa perspectiva positivista.

Acreditamos que se faz necessário problematizar os conhecimentos desses futuros professores quanto às relações CTSA se for pretendida uma alfabetização científica em consonância com o enfoque CTSA e que prepare para uma cidadania dentro da sociedade do conhecimento. O que se procurou fazer com a proposição do material didático, na qual se inserem a preocupação do uso de materiais alternativos e uma perspectiva interdisciplinar.

Dentro desta perspectiva o Rio Apodi-Mossoró (tema do terceiro módulo) pode ser um bom exemplo de um problema real das cidades de Pau dos Ferros, Apodi e Mossoró.

Ressalta-se que a unidade proposta no material didático poderia ser desenvolvida em outras localidades nas quais a poluição das águas de mananciais seja provocada pelo despejo de matéria orgânica.

As oficinas demonstram algumas fragilidades do material didático proposto e que requerem revisões posteriores de linguagem para melhor adequação ao objetivo.

Mas também demonstraram que o experimento proposto e o caso simulado são atividades que podem colaborar para uma alfabetização científica e tecnológica (ACT) dos licenciandos. O discurso dos licenciandos reforça, ainda, a idéia de que objetivo de elaborar um material de apoio contextualizado e que dialogasse com a realidade local foi alcançado.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ACEVEDO, J. A. D. A.; ALONSO, Á. V.; MASSANERO, M. A. **Progresos en la evaluación de actitudes relacionadas con la ciencia mediante el cuestionario de opiniones CTS.** Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo.htm>>. Acesso em: 20 jan. 2010.

ACEVEDO DIAZ, J. A. **La formación del Profesorado de Enseñanza Secundaria para la Educación CTS. Una cuestión problemática,** 2001. Disponível em <http://www.oei.es/salactsi/acevedo9.htm> acessado em 10/11/2008.

ACEVEDO DIAZ, J. A., ACEVEDO ROMERO, P. **Bibliografía sobre educación CTS. Uma selección desde la perspectiva de la didáctica de las ciências.** Disponível em <http://www.oei.es/salactsi/acevedo10.htm> acessado em 28/05/2009.

ACEVEDO DIAZ, J. A., VÁZQUEZ ALONSO, A., MANASSERO MAS, M.A., ACEVEDO-ROMERO, P., **Actitudes y creencias CTS de los alumnos: su evaluación con el cuestionario de opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad.**, Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación, nº 2, abril, 2002.

AIKENHEAD, G. S., RYAN, A. G. e FLEMING, R. W. *Views on Science-Technology-Society (VOSTS)*, Form CDN, Mc.5, Canadá, 1989.

ALONSO, C. B. **La apropiación social de la ciencia: nuevas formas.** Revista CTS, nº10, v.4, 213-225, janeiro de 2008.

ARAÚJO, V. S. de, SANTOS, J. P. dos, ARAÚJO, A. L. C., **Monitoramento das águas do rio Mossoró/RN, no período de abril/2005 a julho/2006,** Holos, ano 23, 2007.

AULER, D. **Interações entre Ciência - Tecnologia - Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências.** Tese de Doutorado em educação Científica e Tecnológica. – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.



BARKLEY, E. F., CROSS, K. P., MAJOR, C. H., **Técnicas de aprendizaje colaborativo**. Madri: Morata, 2005.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília, 1999.

\_\_\_\_\_, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Pcn+ Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, 2002.

BROWN, T. LEMAY, H. E., BURSTEN, B. E. **Química: Ciência Central**, 7ª edição, Rio de Janeiro: LTC, 1999.

BORGES, R. M. R. **Em debate: cientificidade e educação em ciências**. Porto Alegre: ediPUCRS, 2007.

CAJAS, F. **Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico**. Enseñanza de las ciencias, Barcelona, v.19. n.2. p.243-254, 2001.

CÂMARA, J. H. C., SOUZA, F. das C. S., PINHEIRO, K. L. C. B., BARRETO, S. L., ALVES, G. S., **Crescimento econômico, urbanização e impactos Socioambientais: o caso do município de Mossoró-RN**. II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica João Pessoa - PB – 2007.

CAMPANARIO, J. M.; MOYA, A. **Cómo enseñar Ciencias? Principales tendencias y propuestas**. Enseñanza de las Ciencias, v. 2, nº 17, p. 179-192, 1999.

CARVALHO, A. M. P. de. GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. 5ª edição. São Paulo: Cortez Editora 2001.

CASCUDO, L. da C., **Notas e documentos para a história de Mossoró**, Coleção Mossoroense Mossoró: ETFRN/Uned Mossoró / Petrobrás SA, 3 ed, 1996

CEREZO, J. A. L., **Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos**, Revista Iberoamericana de Educación. Nº 18 , 1998.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Ed. Unijuí, 4ª ed, 2006.

COLLINS, H., PINCH, T. **O golem: o que você deveria saber sobre ciência**. São Paulo: UNESP, 2003.

DELIZOICOV, D., AULER, D., **Alfabetização científico-tecnológica para quê?** Ensaio, v. 3, n °1, jun, 2001.

DEMO, P. **Ambivalências da sociedade da informação**. Ci. Inf. , Brasília, v.29, n.2, maio/ago.

2000.<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-19652000000200005&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-19652000000200005&lng=pt&nrm=iso)> Acesso em 10 dezembro 2009.

Departamento de Química – DQ, **Projeto Político Pedagógico do Curso de Licenciatura em Química**. Mossoró: UERN, 2008.

ESPINOSA GARCÍA, J., y ROMÁN GALÁN, T. **La medida de las actitudes usando las técnicas de likert y de diferencial semántico**, Enseñaza de las Ciencias, Vol 16, nº 3,1998.

FRANCO, T.; DRUK, G., **Padrões de industrialização, riscos e meio ambiente**, Ciência e Saúde Coletiva, v 3, n 2, 1998.

FERREIRA, L. H., ABREU, D. G. de, IAMAMOTO, Y., ANDRADE, J. F. de, **Determinação simples de oxigênio dissolvido na água**. Química nova na escola, n 19, 2004.

GARCÍA, M. I. G., LÓPEZ CERESO, J. A., LUJAN LÓPEZ, J. L. **Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología.** Madri: Tecnos, 2000.

GIL-PÉREZ, D. ; MONTORO, I. F. ; CARRASCOSA, J. A. ; CACHUPUZ, A. ; PRAIA, J. **Para uma imagem não deformada do trabalho científico.** Ciência e Educação, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, dez. 2001.

GIL-PÉREZ, D., VILCHES, A., OLIVA, J. M., **Década de la educación para el desarrollo sostenible. Algunas ideas para elaborar una estrategia global,** Revista Eureka, v. 2, nº 1, p. 91-100, 2005.

GIL, A. C.. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** São Paulo:Atlas, 5ª, 2007.

GRECA, I. M. **Discutindo aspectos metodológicos da pesquisa em ensino de ciências: algumas questões para refletir,** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2(1)73-82, 2002.

HARRES, J. B. S., PIZZATO, M. C., SEBASTIANY, A. P., PREDEBON, F., FONSECA, M. C., HENZ, T., **Laboratório de Ensino: inovação curricular na formação de professores de ciências.** Santo André: ESETec, 2005.

HESSEN, B. **As raízes históricas do Principia de Newton.** II Congresso Internacional da História da Ciência e da Tecnologia, Londres, 1931, tradução de J. Zanetic para a *Rev. Ensino de Física*, vol. 6, no. 1, p. 37. 1984.

HODSON, D. **Hacia um enfoque más crítico del trabajo de laboratorio,** Enseñanza de las ciencias, v. 12, n. 3, 1994.

HOFSTEIN, A., **The laboratory in chemistry education: thirty years of experience with developments, implementation, and research,** Chemistry Education: research and practice , v. 5, n. 3, 2004.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br), acessada em 14/05/2009.

JAFELICE, L. C. **Educação científica, pós-modernidade e transdisciplinaridade.** In: MARTINS, R. de A., SILVA, C. C.; FERREIRA, J. M. H., MARTINS, L. A. P. (eds.). *Filosofia e história da ciência no Cone Sul. Seleção de trabalhos do 5º Encontro.* Campinas: Associação de Filosofia e História da Ciência do Cone Sul (AFHIC), p. 285 -293, 2008.

JÚLIAN, M. S. G., GÓMEZ CRESPO, M. A., MARTÍN-DÍAZ, M. J., **Es cultura la ciencia?** In: MEMBIELA, P. *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad: Formación científica para la ciudadanía.* Madrid: Nancea, 2001.

LAYRARGUES, P. P., **Sistemas de gerenciamento ambiental, tecnologia limpa e consumidor verde: a delicada relação empresa-meio ambiente no ecocapitalismo.** *Revista de Administração de Empresas*, v 40. n 2, 2000.

LENARDAO, E. J. **Green chemistry: the 12 principles of green chemistry and it insertion in the teach and research activities.** *Quím. Nova*, São Paulo, v. 26, n. 1, 2003.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de química: Professores/ Pesquisadores.** Ijuí: Ed. Unijuí, 3ª ed, 2006.

MAMEDE, M. y ZIMMERMAN, E. **Letramento científico e CTS na formação de professores para o ensino de ciências,** *Enseñanza de las ciencias.* Número Extra,1-4, 2005.

MANASSERO, M. VAZQUEZ ALONSO, A. **Actitudes y creencias de los Estudiantes relacionada com CTS.** In: MEMBIELA, P. (org.). *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad: Formación científica para la ciudadanía.* Madrid: Nancea, 2001.

MANASSERO, M. A.; VÁZQUEZ, A. A. **Instrumentos y métodos para la evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad.** Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, v. 1, n. 20, p.15-27, 2002.

MARCO-STIEFEL, B. **Alfabetización científica y enseñanza de las Ciencias. Estado de la cuestión.** In: MEMBIELA, P. (org.). Enseñanza de las Ciências desde la perspectiva Ciência-Tecnología-Sociedad: Formación científica para la ciudadanía. Madrid: Nancea, 2001.

MARCONI, M. de A., LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica.** São Paulo: Atlas, 5ª ed, 2003.

MARÍN, N., BENARROCH, A. **Desarrollo, validación y evaluación de un cuestionário de opciones múltiples sobre la naturaleza de la ciencia de profesores en formación,** Enseñaza de las Ciencias, Vol 27, nº 1, 2009.

MARMITT, V. R. , MORAES, J. F. D. de, BASSO, N. R. de S., **As attitudes e creças em relação a matemátca: reflexos no processo de ensino aprendizagem.** In : BORGES, R. M. R., BASSO, N. R. de S., FILHO,J. B. da R. Propostas interativas na educação científica e tecnológica, Porto Alegre: EdiPUCRS, 2008.

MARTINS, I. P. **Formação Inicial de Professores de Física e Química sobre Tecnologia e suas relações Sócio-Científicas.** Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, vol 2, nº3, 2003.

MARTINS, D. F. F. ; SOUZA, R. B. ; OLIVEIRA, T. M. B. F. ; SOUZA, L. D. ; CASTRO, S. S. L. . **Qualidade físico-química das águas da bacia do rio Apodi/Mossoró: I- Variabilidade espacial.** Anais do I congresso norte-nordeste de química, Natal, 2007.

MARTINS, D. F. F. ; SOUZA, R. B. ; OLIVEIRA, T. M. B. F. ; SOUZA, L. D. ; CASTRO, S. S. L. . **Qualidade físico-química das águas da bacia do Rio**

**Apodi/Mossoró: I- Variabilidade Espacial.** Química no Brasil, v. 2, n.1, p. 61-74, 2008.

MARTINS, D. F. F.; SOUZA, L. D. ; CASTRO, S. S. L. . **Qualidade físico-química das águas da bacia do Rio Apodi/Mossoró: II- Variabilidade Temporal.** Química no Brasil, v. 2, n.2, p. 9-23, 2008.

MAYOR, F., FORTI, A. **Ciência e poder.** Campinas: Papirus; Brasília: Unesco, 1998.

MEMBIELA, P. **Uma revisão del movimiento CTS em La enseñanza de las Ciéncias.** In: \_\_\_\_\_ (org.). Enseñanza de las Ciéncias desde la perspectiva Ciência-Tecnología-Sociedad: Formación científica para la ciudadanía. Madrid: Nancea, 2001.

MITCHAM, C., **Cuestiones éticas en ciencia y tecnologia: análisis introductorio e bibliografía.** In GARCÍA, M. I. G., LÓPEZ CEREZO, J. A., LUJAN LÓPEZ, J. L. Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología. Madri: Tecnos, 1996.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro.** 2. ed. São Paulo : Cortez ; Brasília, DF : UNESCO, 2000.

MORTIMER, E. F. **Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências.** 1. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000.

NUÑEZ. I. B., RAMALHO, B. L. **Fundamentos do ensino-aprendizagem das ciéncias naturais e da matemática: o novo ensino médio.** Porto Alegre: Sulina, 2004.

NUNES, A. O., SANTOS, A. G. D., MESQUITA, K. F. M., LEANDRO, A. L. A. **L. Nível de conhecimentos dos professores de química da cidade de Mossoró**

**quanto ao Construtivismo, Metodologias e Concepções Alternativas**, Química no Brasil, vol 1, nº2, 2007.

NUNES, A. O., MESQUITA, K. F. M., SANTOS, A. G. D., **Níveis de conhecimento: perspectivas e dificuldades no ensino de química**. In: Sapiens 2007 - VI Congresso Internacional de Educação, 2007, Olinda - PE.

NUNES, A. O.; NUNES, A. O. . PCN - **Conhecimentos de química, um olhar sobre as orientações curriculares oficiais**. Holos (Online), v. 2, p. 105-113, 2007.

NUNES, A. O.; ANJOS JUNIOR, R. H. ; MONJARDIM, M. L. B. **Mudanças climáticas e nossas responsabilidades**. In: NEGREIRO. C. A. de; RIBEIRO, M. L. R.; NUNES, A. O. (Org.). Linguagem e Ensino **RELAÇÕES DE CIÊNCIA E SOCIEDADE NA EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA**. Natal: Editora do IFRN, 2008, p. 127-140.

NUNES, A. O., DANTAS, J. M. **Atitudes e crenças dos graduandos em química sobre as relações Ciência- Tecnologia -Sociedade-Ambiente (CTSA)**. Anais do VII ENPEC, Florianópolis, 2009.

NUNES, A. O.; NUNES, A. O. ; MESQUITA, K. F. M. ; SANTOS, A. G. D. **Experimentação pedagógica relações ctsa na formação inicial do licenciando em química**. Enseñanza de las Ciencias, v. Extra, p. 2000-2004, 2009.

NUNES, A. O.; ANJOS JUNIOR, R. H. ; SANTOS, A. G. D. ; MONJARDIM, M. L. B. **Química no ensino fundamental: conhecimento dos professores de ciências**. Periódico Tchê Química , v. 7, p. 22-29, 2010.

REBELO, I. S., MARTINS, I. P., PEDROSA, M. A., **Formação contínua de professores para uma Orientação CTS do Ensino de Química: Um estudo de Caso**. Química Nova na Escola, nº27 , Fevereiro, 2008.

RICHARDSON, R.J. **Pesquisa social, métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1985.

PAIVA, C. **Área de preservação do Rio Mossoró está ocupada.** Disponível em: <<http://www.mp.rn.gov.br/imprensa.asp?cod=11>> Acesso em: 10 out. 2009.

PEREIRA, C. L. N, **A história e a experimentação no ensino de química orgânica,** Brasília: UNB, 2008 (Dissertação de Mestrado).

PORLÁN ARIZA, R., GARCÍA, A. RIVERO, DEL POZO, R. M. **Conocimiento Profesional y Epistemología de los profesores I: Teoría, métodos e instrumentos.** Enseñanza de las Ciencias, Vol 15, nº 2,1997.

POZO, J. I., GÓMEZ CRESPO, M.A. **A aprendizagem e o ensino de ciencias: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico,** Porto Alegre: Artmed, 2009.

PRADO, A. G. S.. **Green chemistry, the chemical challenges of the new millenium.** Quím. Nova , São Paulo, v. 26, n. 5, 2003.

PRAIA, J., CACHAPUZ, A. **Un análisis de las concepciones acerca de la naturaleza del conocimiento científico de los profesores portugueses de la enseñanza secundaria.** Enseñanza de las Ciências, vol 12, nº 3, pp. 350-354, 1994.

SANMARTÍN, L.P. M., **História de la Técnica: ¿Qué és? ¿En qué contribuye a clarificar las relaciones entre tecnología y sociedad? ¿Cuáles son sus limitaciones? ¿Hay alternativas?** In: SANMARTÍN, J. CUTCLIFFE, S.H., GOLDMAN, S.L., MEDINA, M. Estudios sobre sociedad y tecnología. Barcelona: Antropos; Leioa (Vivcaya): Universidad del País Vasco, 1992.

SANTOS, M. E. V. M. dos. **Desafios pedagógicos para o século XXI: suas raízes em forças de mudança de natureza científica, tecnológica e social.** Lisboa: Livros Horizonte, 1999.

SANTOS, M. E. **Relaciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad.** In: Membiela, P. (org.). Enseñanza de las Ciências desde la perspectiva Ciência-Tecnología-Sociedad: Formación científica para la ciudadanía. Madrid: Nancea, 2001.



SANTOS, W. L. P. de, SCHENETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania.** Ijuí: Ed. Unijuí, 3ª ed, 2003.

SANTOS, M. E. V. M. dos, **Cidadania, Conhecimento, Ciência E Educação CTS. Rumo A “Novas” Dimensões Epistemológicas,** Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS, v 2, n 6, 2005.

SANTOS, W. L. P., MÓL, G. de S., **Química e Sociedade,** São Paulo: Nova Geração, 2005.

SANTOS, W. L. P. dos. **Letramento em Química, Educação Planetária e Inclusão Social.** Química Nova, v. 29, n. 3, 611-620, 2006.

SAEZ, M. J., RIQUEARTS, K. **Educación científica para el Desarrollo Sostenible.** In: MEMBIELA, P. (org.). Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad: Formación científica para la ciudadanía. Madrid: Nancea, 2001.

SCOARIS, R. C. de O., PEREIRA, A. M. T. B., B. P., A. M. T. ;; SOARES, M. A. do C. P. ; SANTIN FILHO, O. . **Avaliação da atitude de docentes do ensino médio frente ao uso da história da ciência em sua prática didática.** In: VIII EDUCERE - Congresso Nacional de Educação, 2008, Curitiba. Anais do VIII EDUCERE. Curitiba : Champagnat, 2008.

SILVA, M. G. L. **Repensando a tecnologia no ensino de química do nível médio: um olhar em direção aos saberes docentes na formação inicial,** Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2003.

SOLBES, J., V., A., GIL-PÉREZ, D., **Formación del Profesorado desde El enfoque CTS** In: MEMBIELA, P. (org.). Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad: Formación científica para la ciudadanía. Madrid: Nancea, 2001.

TOMAZELLO, M. G. C., **O Movimento Ciência, Tecnologia - Sociedade - Ambiente na Educação em Ciências**, Anais do I Seminário Internacional de Ciência, Tecnologia e Ambiente, Cascavel - 2009.

TAVOLARO, Sergio B. F.. **Sociabilidade e construção de identidade entre antropocêntricos e ecocêntricos**. Ambient. soc. [online]. 2000, n.6-,7 pp. 63-84 . Available from: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-753X2000000100004&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2000000100004&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 15/02/2010.

UERN, Disponível no site [www.uern.br](http://www.uern.br), acessado em 15/05/2009.

VÁZQUEZ ALONSO, A., MANASSERO MAS, M.A., **Una evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia**, Enseñaza de las Ciencias, Vol 15, nº 2, 1997.

VÁZQUEZ ALONSO, A., MANASSERO MAS, M.A., **la relevancia de la educación científica: actitudes y valores de los estudiantes relacionados con la ciencia y la tecnología**, Enseñaza de las Ciencias, Vol 27, nº 1, 2009.

VIEIRA, R. M., MARTINS, I. P. **Formação de professores principiantes do ensino básico: suas concepções sobre ciência-tecnologia-sociedade**, Revista CTS, nº 6, vol. 2, 2005.

VIEIRA, K. R. F, BAZZO, W. A., **Discussões acerca do aquecimento global: uma proposta cts para abordar esse tema controverso em sala de aula**. Ciência e Ensino, v 1, número extra, 2007.

VILCHES, A, GIL-PÉREZ, D., EDWARDS M., Praia, J., VASCONCELOS, C. A **actual crise planetária: uma dimensão esquecida na educação em ciências**. *Revista de Educação*, vol. XII (2), 59-73, 2004.

VILCHES, A, GIL-PÉREZ, D., MACÍAS, Ó., TOSCANO, J. C. **Obstáculos que pueden estar impidiendo la implicación de La ciudadanía y, en particular, de los educadores, en La construcción de un futuro sostenible. Formas de superarlos.** Revista CTS, nº 11, vol. 4, 139-162, Julio de 2008.

YOUNG, C. E. F., LUSTOSA, Maria Cecília J. . **Meio ambiente e competitividade na indústria brasileira.** Revista de Economia Contemporânea, Rio de Janeiro, v. 5, p. 231-259, 2001.

ZABALA, A. **A prática educativa : como ensinar.** Porto Alegre: Artmed, 1998.

## **ANEXOS**

## **ANEXO A – QUESTIONÁRIO**

Sexo:           ( ) M    ( ) F

Idade: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_

Período: \_\_\_\_\_

Já leciona:    ( ) Sim   ( ) Não

1. Na sua opinião, como são escolhidos os temas de pesquisa científica?
2. Na sua opinião, para que um cientista faz Ciência?
3. No seu ponto de vista, como é construído o conhecimento científico?
4. Para você qual a relação entre Ciência e Tecnologia?
5. Na sua opinião a Ciência é base da Tecnologia ou a Tecnologia é base da Ciência?
6. O que você pensa sobre o uso de alimentos transgênicos? Quem deveria tomar a decisão sobre o consumo de tais alimentos, especialistas, sociedade civil, autoridades políticas?

## ANEXO B – ESCALA DE LIKERT

Nº	AFIRMAÇÕES	TA	A	I	D	TD
1	Temos um mundo melhor para viver graças a ciência.					
2	Somente algumas pessoas são capazes de aprender ciência					
3	A ciência e tecnologia privilegiam os ricos.					
4	A ciência ajuda as pessoas em todos os lugares.					
5	Sem a ciência e tecnologia o nosso planeta seria mais limpo					
6	A ciência e tecnologia são um risco a saúde.					
7	A ciência (ensinada nas escolas) tira a curiosidade dos alunos.					
8	A ciência dá resposta às nossas necessidades					
9	A ciência e tecnologia oferecem soluções para a poluição.					
10	Todos podem aprender ciências					
11	O buraco na camada de ozônio é culpa da ciência e tecnologia.					
12	A ciência, que é ensinada na escola, é complicada					
13	O cidadão não interfere nos avanços científico e tecnológicos					
14	Nós vivemos mais por causa da ciência/tecnologia.					
15	Estudar ciência ajuda a pensar melhor					
16	A ciência e a tecnologia geram impactos ambientais					
17	Para se destacar em ciências a pessoa precisa ser muito inteligente					
18	Estudar ciências serve para a gente mesmo depois de sair da escola.					
19	Quanto mais conhecimento científico existe, mais preocupação há para nosso mundo.					
20	A ciência ajuda a preservar/ recuperar a natureza.					
21	Quem estuda ciências consegue resolver mais problemas					
22	Os cientistas se preocupam com o meio ambiente					

### Legenda

TA = Totalmente de Acordo (+2)

A = Acordo (+1)

I = Indecisão (0)

D = Desacordo (-1)

TD = Total Desacordo (-2)

## ANEXO C: ENTREVISTA COM LICENCIANDOS DO CAMPUS CENTRAL

**P:** Pessoal, eu queria finalizar o nosso curso com uma discussão. Primeiro, o que vocês acharam do debate, podem ser bem sinceros e falar o que pensam. [silêncio]  
Vocês acham que dá para dar aula de algum conteúdo de química com um debate como esse?

**E. A.** Sim!

**P:** Quais foram os grupos chave do debate?

**E.B:** Nós [jurados]

**E. C. :** Para mim foram os pesquisadores.

**P. :** É claro que todos os grupos são importantes, mas os pesquisadores, são importantes principalmente do ponto de vista do conhecimento químico, pois são os ‘representantes’ do conhecimento científico.

**E.D:** E a população do conhecimento ‘vulgar’.

(...)

**E.D:** Só uma coisa que eu queria dizer, A. Uma coisa que eu achei estranho foi o seguinte. Geralmente, quando a gente faz um debate, como na aula de história da química. Aí bota dois grupos – um contra, um a favor e o grupo de jurados. Aí o que vocês tem que fazer... ‘Não’, vocês defendem, vocês acusam, *não sei o que, não sei que lá...* no final eu digo quem fez melhor ou não, né? O que é normal a gente ter no debate. Só que nesse tem o diferencial que os jurados não vão dizer quem está certo, quem está errado, eles vão dar a solução, né? Então temos um papel bem difícil, né? Escutar, vocês [comunidade], vocês [políticos], vocês [pesquisadores] e dar uma proposta. Acho que fica até mais interessante do que só fazer o debate em si, sem dar nenhuma idéia, né?

**P:** Outra coisa é que até mesmo o experimento e discussões, tudo foi sobre o Rio, até o debate foi sobre o Rio. Vocês acham que essa unidade poderia ser aplicada no Ensino Médio?

**E.A e E. E. :** Dá sim!

**P:** Com tranquilidade? Qual seria a dificuldade? Para se trabalhar com essas atividades para o ensino médio?

**E. D.:** Acho que só a linguagem.

**E.E.:** Os conceitos de química.

**E.D.:** Porque [ no debate] se falou, ‘não’, tem que se fazer análise da água, sólidos dissolvidos, não sei que mais..., a maioria numa sala de ensino médio poderia não saber, então poderia usar uma linguagem menos elevada, só no caso da escola.

**P:** E vocês não acham que alguns alunos vão dizer que vocês não estão dando aula?

**E. D.** Tem como encontrar alguma forma mais fácil de falar.

**E. B.:** Os professores mais antigos, vão dizer isso.

**E.D.:** É isso que tou dizendo, trazer numa linguagem mais acessível. Pegar os conceitos, análise disso, análise disso, análise daquilo... e ou explicar se tiver um tempinho na hora, falar numa linguagem mais acessível para o pessoal.

**P:** Outra coisa que gostaria de saber de vocês, é sobre o experimento, da forma como foi feito, se tem alguma diferença.

**E. A.:** Sim.

**E. E.:** Tem.

**P:** Porque?

**E. A.:** O experimento clássico que a gente usa para trabalhar eletroquímica é a pilha. E esse experimento [determinação de O.D.] a gente pode levar para sala de aula, mostrando para eles um fato importante, que é a questão social, que é a questão ambiental. É uma coisa para eles que eles estão vendo no dia-a-dia, que está lá, que atinge toda a sociedade, então para eles além do conhecimento científico, eles vão adquirir outros conhecimentos... sociais.

**P:** Contextualizar a ciência dentro da sociedade?

**E.A.:** Exatamente.

**P:** Contudo, quais os defeitos da oficina?

**E.A:** A evasão. Olhe ontem a gente começou com a sala cheia e olhe hoje. As pessoas diziam que iam beber água e não voltavam mais.

**P:** Mas assim, tirando a parte dos participantes, o que não foi bom nas oficinas?

(...)

Mas sério vocês não acharam que algumas pessoas estavam entediadas?

**E.E. :** Não, foi muito bom a hora do vídeo...

**E.F:** Pode ser sincero?

**P:** Pode!

**E.F.:** É porque assim, vai muito do interesse, tá ligado? É porque eu sou de uma área totalmente diferente da água. Para me concentrar numa coisa assim ficava complicado.



Porque ficavam falando e tinha coisas que eu não entendia, tá ligado? Aí sem querer eu cochilava ...

[risos]

**E. D. :** Eu concordo com V., porque assim, tinha um pessoal que estava só na aula de laboratório e quando era na hora do debate saía. Assim, como eu também participei mais do debate, até mesmo porque eu gosto mais do debate. Não dizendo que eu não gosto de laboratório, mas é que esse negócio da área, da pessoa gostar de tal parte, tal atividade, certo?

**P:** E outra coisa, a linguagem que eu utilizei está adequada? Ofereceu alguma dificuldade?

**E.E:** Às vezes as perguntas intimidavam.

**E. B:** Nas partes teóricas, é porque tinha a necessidade de elevar a linguagem...

**E. D:** Não achei a linguagem elevada é só porque a gente não está acostumado a ver aqueles autores, esse é o problema. Porque tem gente que já pagou alguma disciplina de filosofia, ou já leu algo sobre filosofia, então no caso eu já tinha lido algo sobre filosofia, já tinha visto alguns conceitos que passou aqui, antes de falar, só essa a diferença.

**E.B:** Os antigos [autores], esses novos assim, a gente não teve contato. Essa parte de alguns autores e de conceitos novos eu não conhecia, pronto aquela parte de ciência anarquista, eu nunca tinha ouvido falar.

**P:** Realmente, são conceitos complicados de se entender, mas outra coisa, vocês acham que isso [ as atividades realizadas] agrega alguma coisa a prática docente de vocês?

**E. D.:** Sim!

**P:** De que maneira?

**E. B:** É como L. falou... eu ia sair daqui com aquela condição de que todo debate ia ser aquela coisa de...

**E. D:** um contra e um a favor...

**E. B:** mais ou menos assim seria o debate. E agora não... eu posso fazer um debate sabendo que os jurados possam tirar um pensamento com base no que foi falado e que crie algo que seja útil tanto para o grupo 1, grupo 2, grupo 3. Em vez de dizer assim, grupo 1 está certo, e o grupo 2 e 3 está errado. E vocês perderam...

**E. A:** E outra coisa, a gente sempre fala em ensinar química associada ao dia-a-dia, mas nunca tinha me passado pela cabeça ensinar química associada a questões ambientais. Eu aprendi uma coisa interessante para levar para eles. [alunos]

**E. E:** É bem diferente isso aí. Eu gostei dessa parte.

**P:** Por fim, eu gostaria de agradecer a todos que participaram....

**ANEXO D – MATERIAL DIDÁTICO**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE - UFRN  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA - CCET  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS  
E MATEMÁTICA - PPGE CNM**

**AS RELAÇÕES CTSA E A EDUCAÇÃO EM QUÍMICA: UMA PROPOSTA  
PARA A LICENCIATURA**

**Albino Oliveira Nunes  
Josivânia Marisa Dantas**

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	123
1- QUESTIONANDO A HEGEMONIA DO CONHECIMENTO TECNOCIENTÍFICO.....	126
1.1 – Empirismo, positivismo e positivismo lógico .....	126
1.2 - O Falseacionismo Poperiano .....	127
1.3- Kuhn e as revoluções científicas .....	128
1.4- Feyerabend e o anarquismo epistemológico .....	129
1.5- Morin e Maturana: debates atuais sobre a natureza da ciência .....	130
2- O MOVIMENTO CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE-AMBIENTE (CTSA) E O LETRAMENTO CIENTÍFICO.....	132
2.1 - ANTECEDENTES E HISTÓRIA DO MOVIMENTO CTS/CTSA .....	132
2.2 - AS RELAÇÕES CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE. ....	135
2.1.1- A ciência.....	135
2.1.2- A tecnologia .....	136
2.1.3 - A sociedade .....	138
2.1.4 - A tecnociência .....	140
2.1.5- Subsistema sócio-científico (SC) .....	142
2.1.6- Subsistema Sócio-Tecnológico (ST).....	144
2.1.7- O ambiente e a Sociedade .....	147
2.1.8- Ciência, Tecnologia, Indústria e Ambiente.....	149
2.3-ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E EDUCAÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE.....	151
3- PROPOSTA TEMÁTICA PARA A EDUCAÇÃO QUÍMICA EM UMA PERSPECTIVA CTSA – O RIO MOSSORÓ .....	155
3.1- A água, questões geográficas, poluição e suas reações.....	155
3.2- O Rio Mossoró, sua história e seus poluentes.....	158
3.3- Jogo de Papéis, Caso simulado e Debate CTSA .....	161
3.4 - Experimentação.....	163
3.5 - Experimento Didático: Quantidade de Oxigênio dissolvido na água do Rio Apodi Mossoró .....	164
3.5.5- Resultados preliminares e discussão .....	167
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	169
APÊNDICES .....	173

## INTRODUÇÃO

O ensino de ciências, incluindo-se aí o ensino de química, passa por uma crise de abrangência mundial (POZO e GÓMEZ CRESPO, 2009) onde nota-se um crescente desinteresse dos estudantes por matérias científicas e a persistência de visões equivocadas sobre a natureza do conhecimento. Isto pode ser notado mesmo após os anos de escolaridade básica, apesar dos esforços dos docentes. Tais constatações são seriamente preocupantes uma vez que dilemas éticos e ambientais se põem frente à sociedade derivados da aplicação do conhecimento científico-tecnológico.

Porém, há que se levar em conta que muitas vezes os próprios professores podem ter visões deformadas sobre a natureza da ciência e sobre suas relações com a sociedade e a tecnologia, o que alguns autores chamam de visões inadequadas (VIEIRA e MARTINS, 2005).

Em diversos trabalhos relatados na literatura (HARRES, 2005; BORGES, 2007; MESQUITA E SOARES, 2008) percebe-se que persiste um olhar empirista-positivista, que exclui em grande parte aportes da filosofia da ciência em suas representações mais marcantes: Thomas Kunh, Paul Feyrebend e Bachelard.

Paralelamente, vive-se uma era de mundialização da cultura na qual os efeitos da ciência e da tecnologia se fazem sentir de forma notadamente marcante em todas as partes do planeta integrando culturas, modificando realidades sociais e possibilitando o contato entre pessoas separadas geograficamente. De onde se depreende que é urgente uma alfabetização científica, que segundo Chassot (2006) seria um *“conjunto de conhecimentos que facilitariam ao homem e a mulher ler o mundo em que vivem.”* Essa alfabetização encontra um paralelo adequado com o movimento CTS/CTSA, contudo como ressalta Acevedo (2001), uma percepção positivista é um dos entraves a uma mudança de postura rumo a esse enfoque de ensino. Inversamente, uma alfabetização científica de base positivista só reforçaria os mitos transmitidos pela mídia, escola, ambiente social, trabalho, etc, ou seja, a ciência como grande benfeitora da humanidade, a imparcialidade do cientista natural, entre outras.

Tendo em vista tais ponderações e o que afirmam Collins e Pinch (2003) sobre a natureza controversa do conhecimento científico, pode-se chegar à conclusão dos autores: a ciência que o cidadão deve conhecer é a controversa, polêmica e que não obtêm consenso. Ou nas palavras dos próprios autores ao convidar o leitor a partilhar de suas reflexões na obra *O Golem: “Aprender um pouco sobre ciência (...) mas também aprender muito a respeito da ciência – Aprender a amar o gigante desajeitado que ela é.”*.

Paralelo a essas discussões é crescente o debate sobre a questão ambiental, em virtude dos problemas enfrentados por ações antropogênicas, tais como as mudanças climáticas, contaminação de mananciais, esgotamento de recursos naturais. A esse conjunto de efeitos ambientais e sociais alguns autores (VILCHES et al, 2008) tem chamado de emergência planetária ou situação do mundo, chamando atenção para a insustentabilidade dos padrões atuais de vida.

No entanto, como comprovam Vilches et al (2004) a educação em ciências não tem prestado a devida atenção à essa problemática, o que estes pesquisadores constatarem através da análise das concepções de professores em serviço e em formação, dos manuais didáticos e dos artigos especializados. E pode-se observar em seus estudos que os agentes envolvidos na educação científica não percebem fatores cruciais da emergência mundial, como o aumento da população e destruição da diversidade cultural. Assim, visto a necessidade de uma perspectiva global para os problemas

mundiais, que consiga superar o obstáculo de um tratamento reducionista e pontual até então praticados (VILCHES et al, 2008) se necessita abordar os problemas conjuntamente, rechaçando a hiperespecialização como estratégia e buscando um entendimento com base na complexidade. (MORIN, 2000).

No ensino das Ciências Naturais e particularmente o de química, o professor deve ter condições de trabalhar as relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) e assim contribuir com a formação cidadã de seus estudantes.

Desta forma, a necessidade de uma formação do licenciado em química com enfoque CTSA torna-se relevante e faz-se necessário um material de apoio que possa subsidiar essa formação.

No tocante ao material didático, Zabala (1998) defende a idéia de que este é de fundamental importância e não lhe é dada a necessária atenção. Na visão deste autor, sua importância seria tão decisiva que chegaria muitas vezes a determinar a atividade docente.

Dentro desta perspectiva, a produção de materiais didáticos adequados para o suporte à atividade do professor ganha uma nova dimensão. Sabe-se que para o ensino de química no nível médio, existem materiais voltados ao ensino CTSA (Santos et al, 2005), contudo desconhecemos um material, por exemplo voltado ao licenciando.

Assim, este material visa contribuir com aqueles que pretendem ensinar em uma perspectiva crítica, que contribua com a formação de um profissional reflexivo e capaz de pensar a realidade sócio-ambiental e científico-tecnológica em suas múltiplas relações.

## **A Idéia**

De onde ela vem?! De que matéria bruta  
Vem essa luz que sobre as nebulosas  
Cai de incógnitas criptas misteriosas  
Como as estalactites duma gruta?!

Vem da psicogenética e alta luta  
Do feixe de moléculas nervosas,  
Que, em desintegrações maravilhosas,  
Delibera, e depois, quer e executa!

Vem do encéfalo absconso que a constribe,  
Chega em seguida às cordas da laringe,  
Tísica, tênue, mínima, raquítica...

Quebra a força centrípeta que a amarra,  
Mas, de repente, e quase morta, esbarra  
No molambo da língua paralítica!

**Augusto dos Anjos**

## **1- QUESTIONANDO A HEGEMONIA DO CONHECIMENTO TECNO-CIENTÍFICO**

Como já discutido por alguns autores (DEMO, 2000; CAJAS, 2001; CHASSOT, 2007) vivemos em uma sociedade marcada pelos efeitos da ciência e da tecnologia. Esta sociedade que se apresenta com seus artefatos e produtos tecnológicos influencia nossa forma de viver, pensar e sentir.

As tecnologias da informação que aproximam pessoas distantes geograficamente; as técnicas de reprodução assistidas, que possibilitam a realização dos sonhos de pais estéreis; a produção de medicamentos e cosméticos que alteram a visão e relação com nosso corpo são alguns exemplos de como a tecnociência tem hoje um papel fundamental junto às populações humanas.

Mas algumas questões se interpõem quando ponderamos sobre o significado da ciência e da tecnologia. Seriam os conhecimentos científicos verdadeiros no sentido ontológico? Ou seja, a ciência é uma representação fiel da realidade ou o empreendimento científico seria uma construção sobre a realidade? Uma tentativa de compreender a natureza, sem poder-se atribuir a esta status de conhecimento seguro e imutável.

A princípio esta discussão pode parecer estranha para estudantes e professores das ciências exatas e naturais, ou mesmo pesquisadores das ciências humanas. Contudo são questões que há muito fazem parte das preocupações da filosofia da ciência. Muitos teóricos dedicaram-se à compreensão do conhecimento científico, sua validade, seu processo de construção e sua evolução histórica. Entre os quais podemos citar Popper, Lakatos, Kunh, Feyranbend, Morin e Maturana.

Essa discussão sobre a epistemologia da ciência é objeto de vários trabalhos acadêmicos (KUNH, 1996; FEYRANBEND, 2007; BORGES, 2007, ZANETIC, 2004; ALVES, 2007). Contudo, como apontam alguns pesquisadores (HARRES, 2005; MESQUITA e SOARES, 2008) muitos estudantes, professores e pesquisadores continuam a apresentar visões positivistas em relação à ciência.

Passamos em seguida a descrever sucintamente idéias e conceitos de alguns desses epistemólogos que consideramos mais relevantes para a discussão que desejamos iniciar. Sem, contudo, nos estender na discussão de questões epistemológicas em profundidade. Tentamos apenas, abordar conceitos importantes que possam contribuir com o entendimento das relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente e possam, também, demonstrar posicionamentos diversos sobre a ciência e seu status.

### **1.1 – Empirismo, positivismo e positivismo lógico**

O empirismo é uma tradição filosófica que acredita na possibilidade de conhecer a natureza a partir da experiência. Durante a história do pensamento humano esta tradição de pensamento desempenhou um importante papel, de tal forma que como afirma Harres (2005) a maior parte dos professores de ciências tem concepções empiristas, fato este traduzido na forma como estes professores percebem a função da experimentação no ensino (BORGES, 2007).

Uma importante representação do empirismo é a idéia do método científico, idealizado por Francis Bacon. Tal método deveria ser empregado na construção do

conhecimento científico, e baseava-se na indução. Assim, o cientista deveria coletar o máximo de dados possíveis para a formulação (descoberta) das leis naturais. A intenção do cientista era “ouvir a natureza”.

O positivismo, escola filosófica herdeira dos princípios empiristas, considera impossível conhecer “as causas ou razões para fenômenos, cabendo a ciência apenas estabelecer as leis às quais estão sujeitos” (BORGES, 2007).

Se nos detivermos a essa afirmação, pode-se chegar à conclusão de que grande parte do conhecimento que hoje rotulamos de científico estaria fora desse escopo. São exemplos algumas teorias cosmológicas que procuram explicar a origem do universo, ou mesmo grande parte da teorização da química que procura explicar as reações químicas em termos de causa-efeito.

A água é capaz de dissolver grande parte dos sais inorgânicos, em maior ou menor proporção, esse conhecimento estaria dentro dos limites do possível, contudo as explicações para o fato (dissolução dos sais), como os aspectos termodinâmicos desse processo estariam fora do conhecimento científico.

Na década de 20 do século XX constitui-se informalmente um grupo de filósofos preocupados com a lógica do conhecimento científico. Para este grupo denominado Círculo de Viena, a função da filosofia da ciência seria a de analisar logicamente o conhecimento científico. O positivismo lógico é uma expressão extremada do empirismo, que tem entre seus representantes Rudolf Carnap, Herbert Feigl, Otto Neurath entre outros. Para Cupani (1995) *apud* Borges (2007) o positivismo afirma que a ciência seria:

- Objetiva;
- Válida;
- Metódica;
- Precisa;
- Perfectível, progressiva e cumulativa;
- Desinteressada e impessoal;
- Útil e necessária, pela aplicação de seus resultados;
- Capaz de combinar raciocínio e experiência;
- Hipotético, em busca de leis e teorias;
- Explicativo e prospectivo.

O mesmo pensamento quando aplicado a análise da tecnologia, pode ser expresso sob a forma de uma confiança nas decisões técnicas e, sobretudo a idéia de que a tecnologia invariavelmente está associada ao progresso humano. Para os positivistas a tecnologia e a ciência são promotores do bem-estar e melhorias na qualidade de vida dos seres humanos.

## 1.2 - O Falseacionismo Poperiano

Diversas críticas são feitas ao positivismo, uma das mais antigas é o “problema de Hume”, ou “problema da indução”. O filósofo escocês David Hume, já apontava a impossibilidade de se afirmar a repetição de um fato, com base em fatos passados, ainda que se observasse por muitas vezes esse. Ou em outras palavras, mesmo que um biólogo observasse inúmeros cisnes brancos, e por indução chegasse à conclusão de que todos os cisnes são brancos, isso não garante que no futuro não se possa encontrar um cisne de outra cor (ALVES, 2007).



Segundo esse princípio mesmo que uma lei da química seja estabelecida com base em inúmeros experimentos, não se pode afirmar que em todas as repetições futuras o fato será observado da mesma maneira. Quem ao realizar experimentos em laboratório não notou que os resultados divergem do esperado (ainda que dentro de certos limites)?

Karl Popper, um dos críticos do positivismo, ofereceu uma alternativa ao problema de Hume, ao propor que mesmo não se podendo inferir teorias universalmente válidas a partir da coleta de dados particulares, um dado particular pode refutar uma teoria.

Assim, sua proposta é a de que faça parte da ciência toda teoria que possa ser falseada, isto é, aquela teoria que possa ser posta a testes experimentais. Esse procedimento não garantiria a verdade das teorias, garantiria que as teorias refutadas não o são.

Como podemos perceber o pensamento de Popper é ainda empirista. Mesmo não se conhecendo a verdade a partir da experimentação, a ciência iria se aperfeiçoando progressivamente, ao refutar teorias com base nos fatos.

### 1.3- Kuhn e as revoluções científicas

Outra importante contribuição no campo da filosofia da ciência foram as idéias de Thomas Kuhn. Em sua obra mais conhecida – A estrutura das revoluções científicas – esse teórico traz importantes conceitos e, sobretudo traz para a discussão da epistemologia da ciência a história das ciências e conceitos sociológicos.

Essa obra exerceu grande influência sobre o entendimento do conhecimento científico ao propor que a evolução desse conhecimento se daria em dois momentos históricos distintos:

- ✚ A ciência normal
- ✚ A ciência revolucionária.

Para entender a ciência normal proposta por Kuhn, é necessário antes entender o conceito de paradigma. Ainda que esse conceito seja criticado por alguns estudiosos em função de sua polissemia na obra desse autor, podemos defini-lo como um conjunto de crenças, valores, metodologias, teorias, problemas e respostas aceitos como válidos por uma comunidade científica, daí o caráter marcadamente social que a ciência adquire sob essa perspectiva. É o consenso da comunidade (de um campo científico) que determina o possível e o válido dentro daquela ciência, não apenas a experimentação. A teorização precede a experimentação, no sentido que somente algumas metodologias são aceitas. São exemplos de paradigmas a mecânica relativista (física), o evolucionismo darwiniano (biologia) e o atomismo (química).

No período de ciência normal, segundo Kuhn, os cientistas se dedicam a aperfeiçoar uma teoria, resolvendo os problemas dentro de um paradigma de pesquisa. Dentro de sua teorização o cientista não pretende refutar uma teoria, pelo contrário pretende confirmá-la mediante a experimentação e ampliá-la para que esta possa responder a um número maior de questionamentos.

Os cientistas comprometidos com um paradigma resistem à mudança, mesmo dados que contradizem seus esquemas teóricos são absorvidos por explicações *ad hoc*, ou seja, explicações complementares que “conciliam” os dados contraditórios com a teoria vigente.

Essa resistência tem sua explicação nos compromissos psicológicos e emocionais que os cientistas têm com o paradigma. Como um cientista poderia aceitar facilmente que sua teoria (para a qual trabalhou durante anos) estivesse errada? Além

disso, existem razões econômicas, muito investimento é feito para que o paradigma avance no sentido de resolver seus problemas (experimentais ou teóricos).

Outro momento histórico no desenvolvimento de cada ciência é a revolução científica, ou ciência revolucionária. Essa se diferencia da ciência normal, pois não há a predominância de um paradigma. A ciência revolucionária acontece, segundo Kuhn, em períodos pré-científicos (em campos científicos em formação), ou quando um dado experimental não pode ser conciliado através de explicações *ad hoc*.

Quando um dado experimental contradiz o pré-dito por um paradigma e não pode ser absorvido por explicações adicionais cria-se uma crise. Que leva a um momento histórico no qual diversos novos paradigmas concorrentes procuram explicar a natureza do dado obtido.

Essa competição entre paradigmas se dá até que um desses “vença” tal disputa e torne-se hegemônico em um campo científico.

A escolha de um paradigma em detrimento de outro, ainda segundo Kuhn, ao contrário do que se pode imaginar, não tem uma base lógica. Isso ocorre porque paradigmas diferentes seriam incomensuráveis, ou seja, não se poderia compará-los uma vez que se trata de visões de mundo totalmente diversas. O conceito de incomensurabilidade e a dependência sociológica da ciência exerceram uma grande influência no surgimento do movimento CTS, que aprofundaremos adiante.

#### **1.4- Feyerabend e o anarquismo epistemológico**

Outro importante filósofo a denunciar a incomensurabilidade entre teorias científica foi Paul Feyerabend. Para ele não existiria uma ciência, um método científico, uma visão científica, mas diversas ciências e, portanto vários métodos científicos e visões científicas.

Em “Contra o método”, sua obra mais conhecida, ele discute a questão do método científico e argumenta que não existiria a priori tal método, defendendo que a história da ciência demonstra, inversamente, que as regras metodológicas são quebradas por cientistas e nessa transgressão ao método, reside o progresso da ciência (FEYRANBEND, 2007).

Ademais, outras discussões importantes são suscitadas por este autor. Ele questiona o status que a ciência desfruta atualmente, interpondo objeções quanto a pretensa superioridade desse conhecimento em relação aos demais conhecimentos humanos (FEYRANBEND, 2006). A crítica ao conhecimento científico e tecnológico que esse autor expressa ao criticar a medicina tradicional, pode ser entendida como uma reação à racionalidade excludente que subjuga outras formas de conhecimento, e serve de pretexto para o que ele chama de “assassínio cultural”. Argumenta que da mesma forma que a ciência não necessita da filosofia racionalista ou empirista para se sustentar, igualmente outros conhecimentos, como os populares também não necessitam da ciência para sua sustentação, e deve-se “permitir” que estes possam permanecer.

Sua crítica denuncia a relação existente entre estado e ciência, defendendo uma separação entre essas duas instâncias igual à tradicional separação entre estado e religião nos estados democrático do Ocidente. Sintetizando o pensamento expresso por Feyerabend pode-se afirmar que ele questiona a base do poder da ciência e da tecnologia, ao por estes conhecimentos em pé de igualdade com os demais, e evidencia as falhas e efeitos negativos do mito da especialidade científica que justifica decisões tecnocráticas. Em sua opinião o especialista não é capaz de enxergar coisas que os leigos são, desta forma as decisões democráticas não podem ser tomadas com base

unicamente em uma racionalidade tecnológica (que em outros momentos mostrou-se desastrosa), senão que devem ser consultadas às pessoas comuns – sociedade civil.

### **1.5- Morin e Maturana: debates atuais sobre a natureza da ciência**

Por fim, para finalizar nossa pequena incursão pela filosofia da ciência, gostaríamos de discutir alguns argumentos de epistemólogos atuais: Edgar Morin e suas contribuições na epistemologia da complexidade e Maturana, com a biologia do conhecimento (BORGES, 2007; MORIN, 2000).

O primeiro filósofo (Morin) defende a idéia de que o mundo é cheio de complexidade, e que a hiper-especialização da ciência não possibilita uma correta interpretação do mundo natural e social. A tentativa de subdividir o mundo para estudá-lo acaba por impedir sua compreensão uma vez que a interação das partes, produz no todo propriedades que não podem ser captadas com o isolamento das partes.

Outra crítica que é feita a ciência moderna, vem do biólogo chileno Maturana. Este, apoiado pelos avanços na neurobiologia, desacredita a observação objetiva, uma vez que os avanços da neurociência apontam que a visão humana é determinada pelas experiências do observador. De maneira que indivíduos diferentes observaram aspectos diversos em um mesmo fenômeno, com base na interpretação feita no cérebro. Não se poderia então separar observação de interpretação, o próprio ato de ver é um ato interpretativo no qual o ser recolhe do ambiente determinados estímulos e os processa conforme suas vivências anteriores.

Assim, como imaginar o conhecimento científico como universal, se não existe observação neutra, e cada observador pode enxergar de forma individual os mesmos fenômenos?

Não pretendemos aqui com o levantamento dessas posições acima expostas, desqualificar a ciência ou negar sua importância para a sociedade. Contudo, pretendemos ressaltar que essas considerações se fazem necessárias ao correto entendimento do movimento CTS e suas raízes históricas que é relatado a seguir.

**P.C.J. (Partido Clementina de Jesus)**

Composição: Candeia

- Não vadeia Clementina  
- Fui feita pra vadiar

- Não vadeia Clementina  
- Fui feita pra vadiar (eu vou!)

Vou vadiar, vou vadiar  
Vou vadiar, eu vou!  
Vou vadiar, vou vadiar  
Vou vadiar

- Energia nuclear, o homem subiu à lua  
- É o que se ouve falar, mas a fome continua  
- É o progresso Tia Clementina, trouxe tanta confusão  
- Um litro de gasolina por cem gramas de feijão

- Cadê o cantar dos passarinhos?  
Ar puro não encontro mais não  
- É o preço que o progresso  
Paga com a poluição

- O homem é civilizado  
A sociedade é que faz sua imagem  
- Mas tem muito diplomado  
Que é pior do que selvagem

(Interpretação de Clara Nunes e Clementina de Jesus, As forças da natureza,  
1977.)

## **2- O MOVIMENTO CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE-AMBIENTE (CTSA) E O LETRAMENTO CIENTÍFICO**

Neste capítulo faz-se uma discussão sobre o Movimento CTSA, partindo de seus antecedentes históricos, suas linhas de pesquisa, consolidação do campo de estudos. Passando em seguida a analisar cada um dos elementos constituintes da sigla (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), e discutindo seus subsistemas de interação (Subsistema sócio-científico, sócio-técnico e tecno-científico). Por fim, discute-se o letramento científico e tecnológico e a formação do licenciado em química.

### **2.1 - ANTECEDENTES E HISTÓRIA DO MOVIMENTO CTS/CTSA**

O movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) ou em inglês (STS) surgiu nos Estados Unidos da América, na educação universitária, entre as décadas de 60 e 70. Esse momento histórico ficou marcado pela efervescência de diversos estudos em áreas limites entre o trinômio CTS, como a existência de duas culturas pregada por C.P. Snow e os limites do crescimento denunciados por Dennis Meadows entre outros.

Como campo de estudo designa tendências diferentes no estudo social da ciência e da tecnologia, surgidas como resposta à relação desequilibrada que a sociedade mantinha com a ciência e a tecnologia (MEMBIELA, 2001 e CERREZO, 1998).

Outros autores como Sutil (2008) situam no pós Segunda Guerra e na descrença gerada com os efeitos danosos da ciência e tecnologia durante essa guerra, o surgimento do campo de estudo designado como CTS. O que passa a ser posto em questão naquele instante é a linearidade onde os avanços do binômio Ciência e Tecnologia (CT) são, necessariamente, os avanços do bem-estar social.

García, López Cerezo e Luján (1996) destacam dentro do movimento duas grandes correntes, ou tradições de pesquisa que foram designadas pela mesma sigla STS, do inglês 1) Science and Technology Studies ou 2) Science, Technology and Society, ou de outra forma designadas:

A tradição Européia e

A tradição americana

A primeira voltou-se ao estudo da influência social e os seus antecedentes históricos da construção do conhecimento científico-tecnológico. Iniciada nas universidades européias, essa linha está fortemente embasada na sociologia da ciência e na teoria kuhniana sobre as revoluções científicas, e por isso caracteriza-se como uma linha educativa. (CERREZO, 1998).

A segunda se ocupou prioritariamente de estudos sobre o impacto que a ciência e a tecnologia tinham sobre a sociedade e o ambiente. Podemos atribuir à tradição americana uma preocupação pragmática em oposição à tradição Européia que ressaltou aspectos históricos. Suas bases encontram-se principalmente na filosofia e teoria política, tendo a consolidação dos seus estudos se dado fortemente pelo ensino e reflexão política (CERREZO, 1998).

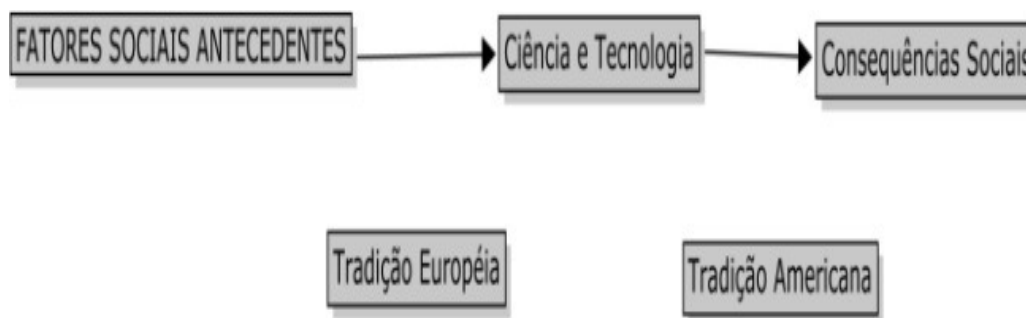
Como ainda destaca esse autor cada uma dessas tradições tem criado seus próprios eventos científicos, revistas especializadas, associações e manuais. Mesmo assim, tendo-se em vista as discordâncias entre as tradições pode-se indicar algum consenso:

4- Rechaço à imagem da ciência como atividade pura;

5- Crítica à concepção de tecnologia, como ciência aplicada;

6- Crítica ao modelo tecnocrático.

O que foi discutido acima pode ser exemplificado na **Figura 1** abaixo extraída de García, López Cerezo e Luján Lopez (1996):



**Figura 1: Tradições de pesquisa CTSA**

O surgimento desse novo campo de estudos tem suas raízes na reação social e acadêmica frente à visão positivista até então hegemônica García, López Cerezo E Luján Lopez (1996).

Os fatores que confluíram para este surgimento foram as discussões acadêmicas frente ao absolutismo epistemológico, tais como:

- ✚ A discussão sobre o problema da indução (ou problema de Hume);
- ✚ A incomensurabilidade entre teorias científicas concorrentes;
- ✚ As discussões levantadas por Thomas Kuhn em seu livro *A estrutura das revoluções científicas*, sobre a sociologia da ciência, a importância do paradigma para a construção de períodos de ciência normal, a natureza da ciência revolucionária onde diversas teorias concorrentes competiriam para tomar parte em um novo paradigma e o papel da comunidade científica;
- ✚ As discussões sobre a impossibilidade de uma observação neutra, uma vez que toda observação traria um carga teórica que lhe precede.

Outras razões que se podem ser elencadas são as percepções sobre a tecnologia que começam a mudar frente à produção de material bélico e os efeitos ambientais do uso de produtos tecnológicos, denunciado no livro “A primavera silenciosa” de Rachel Carson (MEMBIELA, 2001). Esses fatores são considerados como uma reação social a hegemonia do conhecimento tecno-científico que se expressou de diversas formas:

- ✚ Uma reação social dentro da academia representada pela ação de grupos de cientistas de esquerda como o *Science for people* que denunciavam os abusos cometidos e justificados com o conhecimento científico-tecnológico;
- ✚ Os grupos defensores de tecnologias alternativas, ou tecnologias brandas que não afetassem significativamente o ambiente ou estruturas sociais;
- ✚ A ação governamental frente a reação social, como a criação do EPA (*Environmental Protection Agency*);
- ✚ E principalmente o ativismo social dos mais diversos grupos, mas entre os quais podemos destacar, ambientalistas, feministas e grupos pacifistas.

É interessante notar que GARCÍA, LÓPEZ CERREZO E LUJÁN LOPEZ (1996) apontam para a consolidação do movimento em paralelo com a consolidação do ativismo social referente às causas sociais e tecnológicas, o que reforça a idéia de que a cidadania tem um papel fundamental na gestão dos produtos e artefatos tecnológicos.

Como exemplo dos estudos CTS que vêm de encontro às linhas tradicionais de pensamento podemos citar a história da técnica e da tecnologia. Segundo Sanmartín (1992) esta tinha uma base linear, descritiva, simplista e neste sentido tornava-se um “*fator de legitimação do imperativo tecnológico*”.

O desenvolvimento tecnológico seria o motivo de um crescente bem-estar social, por isso não se poderia refrear seu progresso. Os estudos no campo da história da técnica, no entanto, chamam atenção para aspectos negativos associados a produtos tecnológicos, tais como impactos ambientais.

Segundo Sanmartín (1992) ainda que a visão de uma tecnologia que leva invariavelmente ao bem-estar social seja uma visão ingênua, seus usos não o são. Desta forma a história da técnica tem um papel importante quando não aborde apenas o desenvolvimento de artefatos técnicos em uma sucessão progressista.

Outra preocupação dos estudos CTS são as definições sobre os sistemas formados pela Ciência-Tecnologia-Sociedade. Ainda que cada um desses elementos tenha suas especificidades, Santos (2001) fala em três sistemas que podemos analisar, como já discutido anteriormente:

- 4- Sistema tecno-científico;
- 5- Sistema sócio-científico;
- 6- Sistema sócio-tecnológico.

Cada um desses sistemas representa um contínuo de interações mútuas entre os citados elementos. Aqui cabe ressaltar que estas relações não são unidirecionais. Assim, no sistema tecnocientífico, a ciência pode constituir-se enquanto fator de desenvolvimento para a tecnologia, mas o sentido inverso também é possível, uma vez que a tecnologia pode preceder a ciência e lhe oferecer os elementos necessários ao seu desenvolvimento.

Cerezo (1998) sumariza três grandes direções tomadas pelo movimento CTS desde sua origem, que seriam:

- ✚ No campo de investigação, os estudos CTS tem proporcionado uma reflexão contextualizada para a construção do conhecimento científico enquanto um processo social;
- ✚ No campo político tem defendido o controle social da ciência e da tecnologia e a criação de mecanismos democráticos desse controle.
- ✚ Na educação, tem impulsionado o aparecimento de inúmeras propostas e materiais didáticos que visem discutir a ciência e a tecnologia como processos sociais.

Dentro das pesquisas realizadas nesse campo de estudos Acevedo Diaz e Acevedo Romero (2009) escolhem os seguintes temas para uma revisão sobre a produção científica da área como temáticas de maior relevância dentro do movimento:

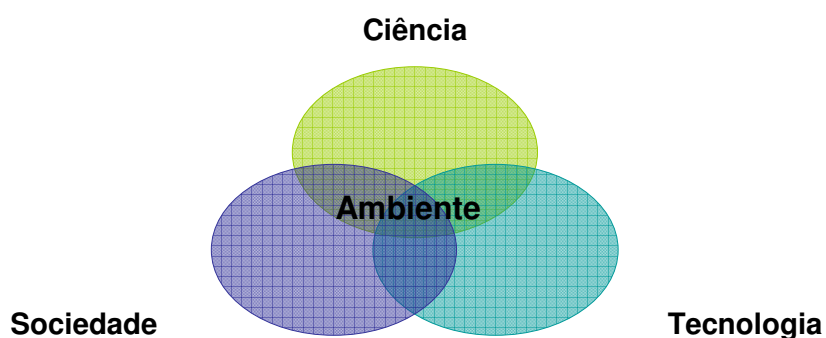
- Currículo, projetos e materiais CTS: fundamentos;
- Epistemologia e natureza da ciência;
- Avaliação CTS: fundamentos e metodologia;
- Educação tecnológica;
- Gênero, ciência e tecnologia.

No tocante à denominação CTSA, como afirma Tomazello (2009) em sua palestra sobre o movimento CTSA, a letra “A” foi incorporada à sigla tradicional CTS,

quando da transposição do campo de estudo para o ensino de ciências, como forma de dar ênfase às questões ambientais.

Ainda que não haja consenso sobre a sigla mais adequada e havendo inúmeras propostas (CTA – Ciência, Tecnologia e Ambiente, CTCA – Ciência, Tecnologia, Cultura e Ambiente, CTSAE – Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente e Educação) adotaremos a sigla CTSA que traduz a importância que o ambiente têm nas relações socio-científico-tecnológicas.

A **Figura 2** representa as relações estabelecidas pelo sistema CTSA.



**Figura 2: Representação das Relações CTSA**

## 2.2 - AS RELAÇÕES CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE.

### 2.1.1- A ciência

Podem-se fazer diversas indagações sobre a ciência, estas vêm sendo feitas no campo da epistemologia. Mas afinal o que seria ciência? Esta é aparentemente uma questão para a qual não temos uma resposta definitiva. Mesmo assim, podemos fazer algumas considerações sobre o que pode ser tido como consenso entre alguns dos epistemólogos mais destacados. Partimos então do que afirmam Gil-Pérez et al (2001) para elaborar uma síntese possível.

Não existe um único método científico e como afirma Santos (1999) “diferenças de objetos de estudo levam a diferentes práticas”. O que sugere que cada ciência tem seus próprios métodos de pesquisa. Se esta afirmação é aceita, então a falsa crença em um algoritmo exato para a construção do conhecimento científico deveria ser abandonada. O que se nota, porém é que a ciência veiculada nas escolas continua a reproduzir este que se tornou um mito.

Outra ideia que deriva desta e que se apresenta como outro aparente consenso é a de que não existe uma ciência, mas diversas ciências. Como comparar os métodos aplicados ao estudo da química aos métodos ao estudo da psicologia da aprendizagem, ou da história? Enquanto na química há a possibilidade de manipulação e experimentação projetada, a história não pode ser reconstruída experimentalmente.

Mesmo entre as ciências naturais e exatas, ainda que estas compartilhem pontos de vista teóricos e mesmo paradigmas, seus objetos de estudo exigem do pesquisador um tratamento específico. A biologia e a química, possuindo pressupostos em comum (o atomismo, por exemplo) distanciam-se do ponto de vista metodológico.

Outro aspecto relevante é o caráter social e histórico que envolve a ciência. A ciência é construída dentro de uma sociedade e de um momento histórico, sendo



influenciada por este contexto, mas também influenciando e transformando tal contexto. O conhecimento pode ser percebido (idealizado) como a resolução de problemas (teóricos ou experimentais), sendo desejável que o professor ao abordar em sala seu conhecimento específico (química, física ou biologia) contextualize os problemas e as razões históricas que levaram a construção dos conhecimentos científicos.

Por fim, mas talvez a maior crítica que a maior parte dos epistemólogos modernos fazem ao pensamento positivista sobre ciência, é a impossibilidade de uma visão empirista-indutivista e ateórica.

Um químico em seu laboratório, quando projeta seu experimento, possui uma hipótese sobre a natureza do seu objeto. Sobretudo, possui uma teoria que lhe explica as possibilidades (o atomismo). Sua observação não será neutra, uma vez que a observação está associada às possibilidades de percepção e experiências sensoriais do observador. Ressalta-se ainda que seu trabalho não acaba com a sistematização dos dados. Há um trabalho criativo de modelização da 'realidade'. Kekulé possuía todos os dados e, no entanto, o modelo da ressonância em anéis benzênicos não apareceu de imediato, a criatividade também possui um papel importante na ciência, e esta possui muito de teoria sobre os dados.

Depois dessas considerações pode-se acrescentar como uma tentativa de síntese o que afirmam Santos e Schnetzler (2003): “a ciência deve ser considerada como uma busca de conhecimentos socialmente construídos que sofre influência tanto da tecnologia - facilitando ou limitando as pesquisas científicas - como da sociedade, que pode direcionar os rumos dessa ciência.”

### 2.1.2- A tecnologia



**Figura 3:** Charge caixa eletrônico

Fonte: Site [http://tchelaopontoazul.blogspot.com/2009\\_03\\_01\\_archive.html](http://tchelaopontoazul.blogspot.com/2009_03_01_archive.html)

Diversos autores (DEMO, 2001; CAJAS, 2001; CHASSOT, 2006) afirmam que a humanidade encontra-se imersa em uma sociedade marcada pelas transformações geradas pela tecnologia de tal forma que nossa sociedade chega a ser denominada de sociedade tecnológica. Como se percebe no cotidiano (escolar, comunitário, científico)

a tecnologia se insere nas vidas humanas das mais diversas formas: cosméticos, combustíveis, medicamentos, tecnologias da informação, equipamentos eletrônicos os mais diversos. No entanto, como sinaliza Santos (1999) pouco ou nada caminhamos no sentido de entender essa tecnologia em seu significado, sua ação sobre o mundo e sua utilização pelo cidadão comum.

E ainda como demonstra Silva (2003), há um despreparo dos professores de química para tratar das questões tecnológicas na educação química. De onde surge a necessidade de discutir, mesmo que com brevidade, alguns conceitos relacionados a tecnologia.

A técnica e a tecnologia são termos que sofrem de uma polissemia notável. A técnica tem origem grega “tchnè” significando arte ou habilidade (Santos, 2001), sendo assim, está relacionada ao saber fazer, saber transformar – um conhecimento prático que visa a manipulação e transformação da natureza. Mesmo que muitas vezes lhe seja dada identificação com os produtos técnicos (computadores, televisores, celulares, HPL’s, Espectrofotômetros, ...), esse conceito restrito não traduz o real significado que pode ser atribuído ao termo.

Gotti apud Santos (2001) define técnica como: “conjunto depurado de meios de ação e de métodos de ação num domínio humano”, aos quais classifica em:

“\*Técnicas individuais: ‘práticas de transformação que têm por objecto as realidades psíquica e corporal do indivíduo’ (técnica de meditação, educação física...);

\* Técnica social: ‘conjunto de práticas de transformação que têm por objecto as relações entre os indivíduos’ (técnicas de combate, de educação, de governo, de administração...);

\* Técnicas intelectuais: ‘práticas metodológicas cujos objectos revelam do domínio intelectual, como as que permitem a resolução de um problema ou de um enigma’ (técnica de cálculo, metodologia geral...);

\* Técnicas do real: ‘conjunto de práticas que têm por objecto a modificação do mundo exterior imediato quer de natureza orgânica quer inorgânica’.”

Somente esta última categoria corresponderia a técnica com a qual estamos acostumados. A técnica que visa a transformação de uma realidade, mediante o emprego de meios e esquemas de ação, valendo-se ou não de artefatos técnicos.

Outra definição que pode nos ser significativa é a de Santos ao tratar do componente cognitivo da técnica:

...o conhecimento técnico tem a propriedade de conceder poder no campo de ação prática e de possibilitar intervenções efetivas no ‘mundo do fazer’, como resposta a necessidades concretas, reais ou fictícias. No conhecimento técnico dá-se ênfase à criação (criatividade), ao ‘design’, à síntese, à fabricação, à obtenção de coisas úteis, à resolução de problemas reais, à satisfação de necessidades... (Santos, 1999).

Sendo assim, o fazer técnico não se confunde com a mera reprodução de um algoritmo seqüenciado, uma série de passos a serem seguidos para a obtenção de um fim. Há também, um componente criativo que se expressa na resolução dos problemas e satisfação de necessidades quer materiais quer oníricas (Santos, 1999), ou que em alguns momentos também cria necessidades em função de seu desenvolvimento.

Após essas considerações iniciais sobre a técnica, nos voltemos às compreensões do que seria a tecnologia. Em sua origem também a partir do grego, temos dois termos:

“*tchenè*” e “*logus*”, então esta poderia ser entendida como o estudo da técnica, em uma perspectiva similar à da epistemologia para a ciência.

Porém podemos fazer outra aproximação ao significado de tecnologia que não da origem do termo, uma vez que parece pouco aceitável que a tecnologia se resuma ao estudo teórico da técnica.

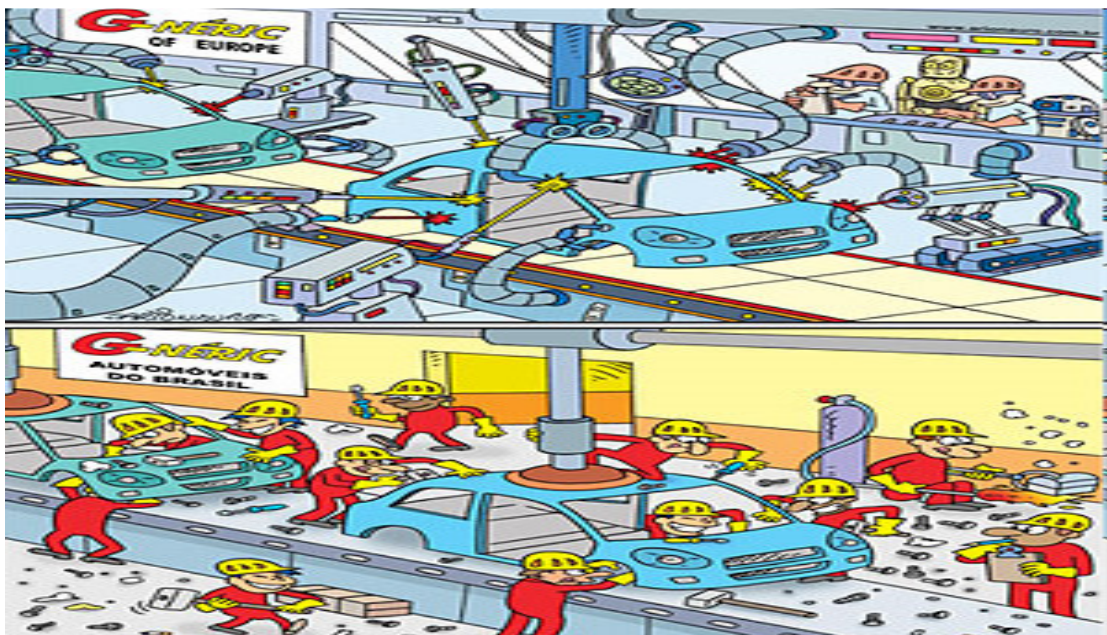
Quando se pondera sobre o sentido atribuído a tecnologia, nota-se que para a maior parte das pessoas, esta se associa aos produtos tecnológicos da informática e eletroeletrônica tais como: computadores, televisores, celulares, leitores óticos. Essa conceitualização confunde o produto com a própria tecnologia, e ainda pode excluir produtos tecnológicos tão importantes quanto os acima citados.

A tecnologia enquanto fazer humano, socialmente contextualizado não exclui a teorização, mas volta-se a resolução de problemas e diferente da ciência seu objetivo não é o de explicar o objeto, e sim transformá-lo, à medida da necessidade. Não se confunde assim com a técnica, pois possui aspectos que esta primeira não contempla. Kline apud Silva (2003) afirma que a tecnologia possui três aspectos:

- ✚ Aspectos culturais, nos quais está incluído o sistema sócio-técnico de uso;
- ✚ Aspectos organizacionais, nos quais enquadra-se o sistema sócio-técnico de manufatura;
- ✚ Aspectos técnicos, nos quais se inserem o *hardware* (componentes físicos, objetos de produção humana) e *Know how* (saber fazer, competências e habilidades para executar as tarefas).

Desta definição entende-se, por fim, que a tecnologia compreende a técnica (*hardware + know how*), mas não pode ser confundida com esta, uma vez que também apresenta aspectos organizacionais e culturais, não pertencentes àquela.

### 2.1.3 - A sociedade



**Figura 4:** Fabrica de carros na Europa e Brasil

Fonte: <http://chevettetunadao.com/page/48/>

A sociedade pode ser entendida enquanto instituição humana que é “obra do grande imaginário coletivo anônimo” (Castoriadis apud Santos, 1999), alicerçado na cultura. Este seria o elemento unificador que transformaria uma comunidade – conjunto de pessoas – em uma sociedade. São elementos constituintes da cultura a língua, tradições, crenças, que se produzem e reproduzem a cada geração (MORIN apud SANTOS, 1999).

Sabemos que além da ciência e tecnologia a sociedade faz uso de outros elementos para interpretar e comunicar a realidade, sendo esses a opinião, as crenças, a cultura, o senso comum, os mitos e as utopias<sup>17</sup>.

De todos esses elementos as crenças e utopias, têm um papel fundamental nas sociedades, foram as utopias geradas nos séculos passados que nos influenciaram fortemente a construção de nossa sociedade. Mesmo que não realizáveis estas influenciaram fortemente as ações humanas no contexto social.

As utopias têm, pois um papel fundamental na interação entre a sociedade, a ciência e a tecnologia, pois impulsiona com suas forças oníricas a realização dessas últimas. Contudo, ideais utópicos também guiaram atrocidades e barbárie no século XX, em muitas dessas a ciência e tecnologia tiveram importante função. Basta que se lembre da bomba atômica, armas químicas e biológicas, e as atrocidades cometidas pelos médicos nazistas nos campos de concentração.

Dada a brevidade com que se propõe a discutir o tema, mais do que definir ou trabalhar possíveis definições sobre o que é a sociedade, optou-se por discutir características fundamentais de um tipo de sociedade, a que se convencionou chamar “sociedade da informação”.

A atual sociedade é profundamente marcada pela ciência e tecnologia, mas talvez o principal elemento que a diferencie dos demais estágios sociais (sociedade feudal, sociedade industrial) seja o tratamento e importância que damos a informação. Hoje além de produtos materiais, consumimos também informação nas suas mais variadas formas: filmes, jornais, e-book’s, música, cursos..., só para citar alguns.

A comunicação enquanto um valor social vem ganhando progressivamente maior espaço, disseminando-se mais rapidamente do que nunca na história da humanidade. Mas que informação é essa que se dissemina com tal velocidade?

Antes seria melhor chamar de dados desconexos ao que atualmente tem se designado genericamente por informação. A produção massiva de novos conhecimentos e sua comunicação baseada no sensacionalismo não favorece a compreensão global. Inversamente é tão alienante quanto o não saber.

Mover-se nesse contexto de exploração da comunicação é organizar os dados factuais de forma a convertê-los em conhecimento, em esquemas mentais que nos possibilitem compreender e interpretar o mundo (social, científico e tecnológico).

Outros aspectos marcantes e caracterizadores dessa sociedade na qual estamos inseridos são a globalização e o consumismo.

A globalização é um processo antigo que acompanha a história humana. Alguns situam seu início nas “grandes navegações” européias, mas interessa nesse momento a globalização atual e seus efeitos sobre a sociedade. Esta tem se caracterizado muito mais pela interação econômica que descentraliza a produção e que tendem a universalizar um “modo de ser”. Tal como se configura tem ajudado a disseminar tecnologias e informação de forma desigual, excluindo no processo aqueles que não podem ter. A globalização tem também se constituído em um assassinio cultural, onde

---

<sup>17</sup> A utopia pode ser entendida como uma crença em uma profunda transformação social que se trará uma melhoria substancial à forma de viver da humanidade.

culturas locais são oprimidas por uma cultura de massa, sendo essa perda da diversidade cultural uma das grandes ameaças que configuram a situação de emergência planetária na qual nos encontramos (Vilches et al, 2008).

O consumismo é outra característica marcante da sociedade na qual nos encontramos inseridos. A publicidade e o marketing têm sido convertidos em potentes arsenais de alienação cultural, onde se associa a um objeto, por um processo de ‘fetichismo’, qualidades às quais em realidade não possui.

Uma comunidade à mercê de grandes marcas e indústrias? É assim que devemos nos ver?

A educação tem uma importante missão nesse cenário. Uma sociedade onde a informação é utilizada para alienar; a aparente integração das nações e pessoas em partes diferentes do mundo representa apenas uma forma de exclusão mais cruel do que o colonialismo clássico; e as pessoas valem mais pelos objetos de fetiche que conseguem comprar do que por seus valores e conhecimento. Essa não pode ser uma sociedade sustentável, de onde emanem sentimentos de fraternidade e solidariedade. Não há recursos naturais suficientes para que todos possam consumir nos padrões dos países desenvolvidos, de tal forma que manter uma sociedade do consumo nos moldes atuais significa manter a exploração de poucos sobre muitos. Uma gama de miseráveis que sustenta a possibilidade de poucos possuírem o supérfluo e descartável.

#### 2.1.4 - A tecnociência

Como falar de ciência e não falar (pensar) em tecnologia? Como já apontado inicialmente a ciência e a tecnologia são domínios distintos e como tal com objetivos e métodos diferentes.

Basta deter-se aos objetivos destas, para que se possa vislumbrar suas especificidades. Enquanto a ciência está guiada para a busca do conhecimento no entendimento da natureza, a tecnologia volta-se a resolução de problemas práticos; o cientista objetiva a publicação dos seus estudos em revistas do campo acadêmico, já o tecnólogo busca a obtenção de patentes sobre os objetos/processos desenvolvidos.

Mas há ainda tendência a identificar a ciência e tecnologia enquanto o todo no qual a primeira produz conhecimento e a segunda o aplica. Muito mais do que mero senso comum, visões que condicionam a tecnologia a uma mera aplicação da ciência têm suas raízes históricas. Uma vez que a ciência até o Renascimento voltou seus esforços para entender a natureza dos seus objetos de estudos, um saber especulativo e contemplativo (Hottois, 1992 apud Santos, 1999), sem a preocupação com a prática. A partir dessa visão de ciência que se perpetua é que se imagina a tecnologia como “um braço operativo” da ciência, porém essa concepção de ciência foi mudando durante os séculos seguintes.

O advento da ciência moderna marca um avanço no sentido de aproximação entre ciência e técnica, principalmente com a forte inserção da matemática nas interpretações científicas da realidade. Mesmo assim, a tecnociência, tal como se conhece hoje, começa a constituir-se de fato durante e após as duas grandes guerras mundiais. A construção das bombas atômica, biológicas e de hidrogênio, a corrida espacial, construção de satélites, são bons exemplos de produtos gerados pela interação da ciência e tecnologias.

É claro que os efeitos da tecnociência não são apenas negativos, podemos citar diversos objetos/processos que influenciam positivamente as vidas humanas, tais como

satélites espaciais que cumprem um papel notável na transmissão de informação, novos materiais, medicamentos, processos de refino e exploração de petróleo.

Diante da impressionante inserção que a tecnociência tem nas vidas humanas faz-se importante questionar o que este subsistema de interação significa.

Dá-se esse nome à interação da ciência e tecnologia, onde os avanços de uma significam o desenvolvimento da outra, sem hierarquia em um movimento de retroalimentação. Podemos exemplificar essa afirmação da seguinte forma dentro do campo da química:

O desenvolvimento da CLAR (Cromatografia Líquida de Alta Resolução) foi feito usando diversos conceitos da ciência (eletromagnetismo, estudo das soluções, estudo de estado da matéria e forças de atração entre partículas) para a produção do *hardware* e exige os mesmos conhecimentos para o manuseio do equipamento - *know how*.

A existência dessa técnica proporcionou um avanço significativo para a ciência, especialmente para a química orgânica e o estudo dos produtos naturais, representando por sua vez um avanço na tecnologia.

Como se pode notar nesse exemplo não há uma subordinação entre técnica e conhecimento científico, ambos influenciam-se mutuamente. Ainda que muitos acreditem que a tecnologia seria tão somente a aplicação dos conhecimentos científicos pode-se discordar dessa afirmação. A história tem mostrado que por vezes a tecnologia precede a ciência como no caso da construção do telescópio, ou da termodinâmica.

Galileu utilizou o telescópio para construir seus modelos astronômicos antes que a física óptica tivesse feito qualquer avanço no sentido de explicar o funcionamento dessa ferramenta. Já a utilização de máquinas térmicas precedeu a formulação teórica da termodinâmica, por outro lado o que parece ter acontecido foi a emergência da termodinâmica em função da necessidade de explicar o funcionamento dessas máquinas.

O fato é que não se pode ignorar que atualmente a ciência voltou-se a um utilitarismo e à necessidade de um conhecimento para a ação, o que deve ser objeto de estudo e ensino em todos os níveis de escolaridade para uma adequada compreensão da ciência e da tecnologia.

No caso particular da química, o que significa falar em ciência química e tecnologia química? Ao deter-se sobre essa questão pode-se notar que muitas das pesquisas no campo da química encontram-se na interface ciência/tecnologia: pesquisas sobre processos catalíticos, sobre a despoluição de águas, sobre polimerização e estruturas moleculares de produtos naturais.

Para sintetizar os aspectos da tecnociência pode-se recorrer a Santos (2001), quando elenca aspectos que indicam a interdependência da ciência e da tecnologia:

Os avanços e poder de uma se transformam nos avanços e poder da outra. Conjugam a sanção da verdade com a sanção da eficácia. São condição e consequência uma da outra; A ciência cria novos seres técnicos e a técnica cria novas linhas de objetos científicos. Ambas recorrem aos conhecimentos e aos processos técnicos existentes, para continuá-los ou refutá-los. Cada uma se serve dos recursos da outra, criam instrumentos uma para a outra. Existem equipes interdisciplinares que incluem cientistas e tecnólogos. A 'ciência estratégica' tem se aproximado da tecnologia na medida em que tem privilegiado, cada vez mais, o aspecto operativo. (SANTOS, 2001).

Por fim, devemos ressaltar que mesmo com a crescente interdependência ambas preservam sua individualidade. Mesmo que grande parte da ciência esteja sob a ideologia de uma eficiência e pragmatismo, o objetivo desta é, em princípio, entender a natureza.

#### 2.1.5- Subsistema sócio-científico (CS)

Quando se questiona sobre qual a influência que a sociedade exerce sobre a ciência, grande parte das pessoas pensa imediatamente sobre a escolha dos temas científicos. A ciência seria voltada a resolver os problemas sociais. Se inversamente perguntar-se sobre a influência da ciência na sociedade as respostas também estarão ligadas ao mesmo pensamento, o conhecimento científico possibilita à sociedade a resolução dos seus problemas.

Ao deter-se sobre essas idéias nota-se claramente que se referem não ao escopo do que poderia ser considerado a ciência moderna, que buscaria sobretudo, o conhecimento verdadeiro da realidade. Estaria muito mais próximo à ciência pós-moderna que busca o conhecer para intervir. Contudo, como argumenta Hessen (1984) mesmo os trabalhos de Newton, possuem motivações sociais e estão ligados a problemas práticos das navegações, mineração e balística.

Ademais dessa relação, já levantada, pode-se elencar outras que se fazem sentir no subsistema Sócio-Científico (CS).

Quando se pensa que a ciência busca entender e resolver os problemas que as pessoas possuem há que se pensar que a própria sociedade não é homogênea, pelo contrário, é formada por muitos sub-grupos com interesses antagônicos. Partindo desse pressuposto temos um entendimento diferente sobre o papel do conhecimento científico na resolução de problemas. Os problemas para os quais se busca solução não são de toda a sociedade, mas de uma parte desta. Assim, pode-se entender o porquê da criação da bomba atômica. A bomba é uma resposta a uma necessidade particular de um grupo social, ainda que para a maior parte das pessoas do mundo seja uma ameaça e preocupação, representa uma afirmação de poder de certo grupo/país sobre os demais. O que leva a relação ciência-poder e a negação da neutralidade da primeira.

Como afirma Forti (1998) a ciência e tecnologia guardam com o poder uma relação estreita que vem sendo modificada através da história. Existindo a partir do surgimento da “Ciência Grande”, um forte engajamento dos governos no financiamento e controle dos resultados científicos e tecnológicos, de forma que hoje seria difícil encontrar “um projeto científico importante que não envolva um ou mais governos” (FORTI, 1998).

Além do poder material, na construção de material bélico ou na produção econômica, a ciência também opera no campo da ideologia, é o que discute Forti (1998) ao analisar o papel da ciência na antiguidade. Para este autor a teoria atômica representou naquele momento uma revolução no pensamento da época. Se tudo era formado por átomos em arranjos definidos por suas propriedades, também a alma humana era formada por átomos e se desintegraria após sua morte. Assim, os discípulos de Epicuro pretendiam realizar uma separação entre religião e leis naturais, imaginavam que por ser mortal o homem era livre para viver suas vidas conforme suas disposições sem temer a fúria dos deuses, que não infeririam nas leis naturais.

Aqui também se pode notar outro papel da ciência com relação ao poder – o de revolta contra o poder estabelecido. O atomismo foi “a arma com que uma minoria

esclarecida tentou, infelizmente em vão, desmantelar a estrutura de poder da época” (FORTI, 1998).

A ciência guarda com o poder uma estreita relação, mas tanto pode ser arma de dominação, como arma de resistência a um poder estabelecido. A dificuldade que se impõe é como pensar um conhecimento científico a favor das camadas desfavorecidas e alijadas desse conhecimento, se quem financia a construção científica são principalmente grupos que detêm o poder em suas mãos?

Podemos inicialmente pensar em alguns elementos:

✚ Novas formas de organização do trabalho científico são possíveis como esclarece Alonso (2008) ao falar sobre o processo de apropriação social da ciência e novas formas de participação cidadã na construção do conhecimento. Seria a este fenômeno que se daria o nome de “pequena ciência” ou Inovação e Desenvolvimento (I+D) Cooperativo, onde os resultados obtidos por “amadores” seriam comparáveis ao de especialistas. É o que atualmente acontece no campo da informática, onde softwares desenvolvidos em rede, de forma colaborativa, ameaçam o monopólio de grandes empresas produtoras de softwares.

✚ O letramento científico (Santos, 2006) e tecnológico dos cidadãos para que estes possam ter uma participação cidadã num mundo marcado pela presença da ciência.

Outro olhar sobre as relações no subsistema CS é o papel da comunidade científica. Como já discutidos anteriormente, na perspectiva de Kuhn, o paradigma de uma comunidade científica determina o que é aceito dentro de um campo científico, em termos de metodologias, questões e respostas aceitáveis. Assim, a comunidade científica exerce uma seleção sobre as possibilidades de interpretação do real.

Posições mais extremadas como a de Feyerabend (2006) apontam para um determinismo social sobre o conhecimento científico, ou em outros termos o conhecimento científico é uma construção totalmente social e não uma interação entre elementos objetivos da realidade, a subjetividade do observador e o consenso da comunidade.

Para fins desse trabalho adota-se a postura expressa por Santos (2001), quando afirma sua crítica a posições extremadas do relativismo científico. Não se pode imaginar que tudo seria possível com base no consenso de um grupo de cientistas, mas se opõe a esta quando afirma que não se pode pensar no ensino de ciências como o ensino de uma cultura. Para tanto, adota-se a postura de MORTIMER (2000) quando afirma ser um dos papéis da escola promover a enculturação científica.

Como argumentam JÚLIAN, GÓMEZ CRESPO e MARTÍN-DÍAZ (2001), a ciência faz parte da cultura. Uma vez que a cultura poderia ser entendida como conjunto de modos de vida e costumes, conhecimentos e grau de desenvolvimento artístico, industrial e científico em uma época ou grupo social. Ou ainda, se poderia entender a ciência enquanto uma cultura à medida que esta apresenta uma linguagem própria, comunidade, conjunto de normas e conduta, interesses e valores próprios.

E, portanto, o ensino de ciência deve ser encarado como um processo de enculturação, tendo-se em vista a preocupação de não se ter uma atitude etnocêntrica, que desvaloriza a cultura do outro por creditar à sua cultura superioridade sobre às demais.



## 2.1.6- Subsistema Sócio-Tecnológico (ST)



**Figura 5:** Charge Mafalda e a tecnologia

Fonte: <http://balcaodebiblioteca.blogspot.com/2009/05/mafalda-e-tecnologia.html>

As relações entre a sociedade e a tecnologia são tão complexas quanto às estabelecidas nos demais subsistemas de interação acima discutidos. Tal como o subsistema sócio-científico, este possui aspectos lembrados com maior frequência em detrimento de outros negligenciados.

Assim, poder-se escutar facilmente alguém falando dos impactos que a tecnologia provoca na sociedade, de como a sociedade muda em função das novas tecnologias e de como novas tecnologias proporcionam novas formas de ver o mundo. Esse aspecto do subsistema ST precisa ser debatido, principalmente na educação científica, dado o caráter fatalista que se confere usualmente a essa interação.

Veicula-se que o progresso tecnológico é inevitável e irrefreável, cabendo às pessoas apenas se adaptar o mais rápido possível. E nesse percurso quantas pessoas ficam excluídas por falta de acesso aos meios tecnológicos produzidos ou pela incapacidade de absorver essas novas tecnologias em suas vidas?

Inegavelmente a tecnologia tem alterado a forma do homem viver, se comunicar com os demais e interagir com a natureza, contudo não se pode imaginar que esse processo é auto-conduzido. A produção e incorporação da tecnologia no meio social é determinada não apenas pela necessidade do artefato, mas sobretudo por uma lógica de consumo que obriga as pessoas a consumir sem refletir a sobre necessidade do novo objeto.

Ao tratar sobre o tema Santos (1999 e 2001) destaca duas categorias de interação no binômio ST:

- ✚ A sociedade como motor da tecnologia;
- ✚ A tecnologia como motor da sociedade.

Como motor da tecnologia a sociedade tem um papel essencial na elaboração de respostas técnicas e, portanto, se interpõe questionamento na própria elaboração de projetos técnicos que seriam segundo Santos (1999):

[Os projetos técnicos...] São fiáveis?  
Permitem atingir o objectivo?  
Entram em conflito com a lei?  
São satisfatórios do ponto de vista estético?  
São financeiramente rentáveis?  
Levantam problemas sociais?  
Levantam problemas éticos?

Grupos sociais dominantes dentro de uma sociedade possuem necessidades e limitações sobre as quais a tecnologia é levada a agir. Mas muito das produções tecnológicas são voltadas não à satisfação de uma necessidade material, mas à realização de sonhos (SANTOS, 1999). São esses sonhos que se materializam em produtos técnicos que nos possibilitam realizar o antes impossível.

Outras formas de intervenção na construção do conhecimento técnico se tratam dos modelos económicos e político-ideológicos. Os artefactos são criados de forma condicionada aos factores financeiros de sua produção, disseminação e comercialização. Aqui a sociedade de consumo e o capitalismo moderno têm um importante papel, e nosso quotidiano está “inundado” de exemplos de como agem estes actores. Produtos eletro-eletrónicos, químicos e alimentos processados são veiculados diariamente por campanhas comerciais, sendo em seguida substituídos com igual velocidade por novos produtos que prometem novas utilidades (menor teor calórico, novos recursos audiovisuais,...).

De outra maneira a tecnologia também provoca alterações nas populações e comunidades, basta que se observem os exemplos da farmacologia e da engenharia médica que tem contribuído para o prolongamento da vida e o tratamento de doenças antes impensáveis.

Mas talvez uma das mais sentidas alterações provenientes do uso de artefactos seja a alteração na relação homem-conhecimento, de tal forma que a sociedade atual se autodenomina “Sociedade do Conhecimento”. Algo que se torna possível com o avanço dos meios de comunicação e da impressionante velocidade de disseminação de informações. Hoje, como nunca antes na história da humanidade a informação se tornou essencial e sua veiculação tornou-se uma questão de competitividade entre países e empresas.

Os processos industriais relativos à química também atuaram de forma impactante na organização social, desde a produção de alimentos que implicaram em uma nova forma de relacionamento com nossa alimentação até a produção de novos materiais que deram suporte à revolução eletro-eletrônica.

## **A bomba**

A bomba  
é uma flor de pânico apavorando os floricultores  
A bomba  
é o produto quintessente de um laboratório falido  
A bomba  
é estúpida é ferotriste é cheia de rocamboles  
A bomba  
é grotesca de tão metuenda e coça a perna  
A bomba  
dorme no domingo até que os morcegos esvoacem  
A bomba  
não tem preço não tem lugar não tem domicílio  
A bomba  
amanhã promete ser melhorzinha mas esquece  
(...)  
A bomba  
é câncer  
A bomba  
vai à Lua, assovia e volta  
A bomba  
reduz neutros e neutrinos, e abana-se com o leque da reação  
em cadeia  
A bomba  
está abusando da glória de ser bomba  
A bomba  
não sabe quando, onde e porque vai explodir, mas preliba  
o instante inefável  
A bomba  
fede  
A bomba  
é vigiada por sentinelas pávidas em torreões de cartolina  
A bomba  
com ser uma besta confusa dá tempo ao homem para que se salve  
A bomba  
não destruirá a vida  
O homem  
(tenho esperança) liquidará a bomba.

*Carlos Drummond de Andrade in Antologia Poética*

## 2.1.7- O ambiente e a Sociedade

A preocupação ambiental sempre acompanhou o movimento CTSA, desde o seu surgimento. A publicação do livro *'A primavera silenciosa'* de Rachel Carson é talvez a representação de como a emergência de uma ética referente ao ambiente e as inter-relações entre o conhecimento técnico-científico e a sociedade sempre caminharam juntas ao longo das últimas décadas.

Mas antes de tentar discutir como cada elemento do trinômio CTS interage com o ambiente se faz necessário perguntar sobre que definição dada a Ambiente ou Meio Ambiente.

Inicialmente observe-se a definição dada enciclopédia *on-line Wikipédia segunda a qual o ambiente* “é o conjunto de elementos observados na paisagem terrestre, ou seja, a, obras humanas de dimensão considerável, corpos de água, a luz, a sociedade humana, etc.” Um ambiente assim entendido poderia ser dividido em dois tipos de elementos constitutivos: os naturais e culturais. Mas essa definição torna-se limitada por não incluir os demais seres vivos enquanto parte integrante do ambiente. Já Santos (1999) nos traz elementos ao discutir essa categoria, nos apontando que o meio ambiente seria a biosfera e também a cultura.

Santos (1999) afirma que não se pode dissociar o ambiente do homem a não ser para fins de análise didática, visão aqui compartilhada. O ser humano faz parte do ambiente tal como os demais animais e seres vivos, contudo que relação há entre sociedade e ambiente? Alguns autores defendem que a sociedade é um subsistema que se encontra contido no ambiente.

Adota-se aqui a essa perspectiva por entender-se que não só a sociedade, mas também a ciência e a tecnologia se dão em um local e fazem uso e são objeto de interação com elementos materiais, seres vivos e ecossistemas.

Essa interação nos remete a responsabilidade humana com o meio ambiente e ao discurso de uma ética ambiental emergente. Tal ética é discutida por Mitcham (1996) que relata as ambivalências na construção de uma consciência frente ao meio ambiente. Segundo esse autor a compreensão da ética está condicionada a dois outros conceitos: o de conservação e o de preservação. Enquanto o primeiro volta-se a uma gestão dos recursos naturais sempre tendo em vista as necessidades humanas, o segundo trata de uma visão que confere um valor intrínseco à natureza, independente de seu valor para o homem.

Santos (1999) afirma que a ética ambiental trata principalmente de questões ligadas a tecnociência e a influência negativa que esta tem na natureza, citando as categorias levantadas por Christensen (1991) para a ética em relação a natureza:

- ✚ Ética egocêntrica: focada no indivíduo e suas necessidades, sob essa perspectiva o que é bom para o indivíduo é bom para a sociedade;
- ✚ Ética antropocêntrica: que se baseia no entendimento de que deve ser buscado o bem estar social, e de que devem ser satisfeitas as necessidades da maior parte da comunidade;
- ✚ Ética ecocêntrica: que confere a todo o ambiente sua importância e a necessidade de preservação dos seres vivos, mas também dos elementos inanimados.

Eckersley (1992) apud Tavolaro (2000) também caracterizam a ética antropocêntrica e ecocêntrica:

"o primeiro 'approach' [antropocêntrico] é caracterizado por sua preocupação de articular uma teoria política que ofereça novas oportunidades para a emancipação humana e sua realização numa sociedade ecologicamente sustentável. O segundo 'approach' [ecocêntrico] persegue esses mesmos objetivos no contexto de uma noção mais ampla de emancipação que também reconheça o lugar moral do mundo não-humano e almeje assegurar que ele também se realize nas suas várias maneiras"(ECKERSLEY, 1992).

Com base nesses argumentos Tavolaro (2000) identifica a postura antropocêntrica com a idéia de preservação, surgindo ambos dos limites do planeta e dos efeitos negativos que a ação humana descontrolada causou aos próprios grupos humanos. Assim, a ação volta-se a busca da maioria da sociedade (inclusive as gerações futuras). Contrariamente o movimento ecocêntrico por conferir valor intrínseco a cada ser são identificados com os movimentos de conservação por entenderem o mundo como:

"intrinsecamente dinâmico, uma rede interconectada de relações nas quais não há entidades absolutamente discretas e não há linhas divisórias absolutas entre o mundo vivente e o mundo não-vivente, seres inanimados e animados, ou mundo humano e mundo não humano" (ECKERSLEY, 1992 apud TAVOLARO, 2000).

A busca da construção de uma ética ecocêntrica seja talvez, uma das maiores contribuições que o enfoque CTSA objective, pois esta se caracteriza como uma consciência baseada no cosmos e na percepção de que os seres vivos e elementos inanimados (rios, lagos, montanhas,...) devem ser respeitados, por ter um valor próprio e não apenas por ter uma funcionalidade ligada aos interesses sociais.

A emergência dessa ética está situada historicamente na alteração das formas de interação homem-natureza. Enquanto a ação humana podia ser 'absorvida' pela natureza, não havia a necessidade de um pensar sobre esta, a urgência de um pensamento de natureza ética surge quando os impactos da ação antropogênica excede os limites do ambiente e a "natureza torna-se vulnerável aos seus efeitos" (Santos, 2001).

No entanto, Mitcham (1996) chama a atenção para os trabalhos iniciais nesse campo que apontam a raiz dos problemas ambientais na lógica cristã e na sua crença de que o homem feito a imagem e semelhança de Deus teria domínio sobre a natureza tendo esta apenas a função de servir àquele. Crítica essa que mais tarde se expandiu para toda a tradição secular ocidental.

### 2.1.8- Ciência, Tecnologia, Indústria e Ambiente



**Figura 6: Computadores como jarros de flores**

Fonte: [http://obviousmag.org/archives/2007/08/jogos\\_de\\_comput.html](http://obviousmag.org/archives/2007/08/jogos_de_comput.html)

Como as relações discutidas anteriormente a ciência e a tecnologia tem um papel ambivalente quando em contato com o ambiente natural e artificial. Inicialmente é natureza o objeto de estudo da ciência e da transformação provocada pela tecnologia. O objetivo de vencer as limitações impostas impulsionou tecnólogos e mais recentemente cientistas a construir um conhecimento sobre a realidade que servisse à ação.

Por outro lado talvez a interação mais expressa seja a degradação ambiental provocada pelo uso dos artefatos tecnológicos, que são veiculadas com frequência nos meios de comunicação. Contaminação de lençóis freáticos, poluição atmosférica, e surgimento de doenças relacionadas à poluição.

Entre esses efeitos danosos a química se relaciona direta ou indiretamente com a maior uma vez que fornece subsídios à indústria do petróleo, e aos mais diversos processos industriais que geram resíduos contaminantes.

Fugindo a um estereótipo da química como atividade unicamente poluidora pode-se citar ações no âmbito da ciência e tecnologia química que em oposição se direcionam para a preocupação com o ambiente e a compatibilização dessa com o desenvolvimento humano, tais como a química verde.

“Em 1991, a agência ambiental norte-americana EPA ("Environmental Protection Agency"), através de seu escritório para prevenção de poluição lançou seu programa - Rotas Sintéticas Alternativas para Prevenção de Poluição”(LENARDAO, 2003), dando início ao que se pode chamar de química verde a nível mundial, nesta linha de busca novas possibilidades de síntese que não gerassem agentes tóxicos e contaminantes.

Anos mais tarde passam a ser instituídos em diversos países prêmios para inovações tecnológicas que diminuíssem a produção de agentes contaminantes ou