

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**

**MÁRCIA GORETTE LIMA DA SILVA**

**REPENSANDO A TECNOLOGIA NO ENSINO DE QUÍMICA DO NÍVEL MÉDIO:  
UM OLHAR EM DIREÇÃO AOS SABERES DOCENTES NA FORMAÇÃO INICIAL**

Natal  
2003

**MÁRCIA GORETTE LIMA DA SILVA**

**REPENSANDO A TECNOLOGIA NO ENSINO DE QUÍMICA DO NÍVEL MÉDIO:  
UM OLHAR EM DIREÇÃO AOS SABERES DOCENTES NA FORMAÇÃO INICIAL**

Tese apresentada à Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Educação.

Orientador: Prof. Dr. Isauro Beltrán Núñez

NATAL – RN

2003

**MÁRCIA GORETTE LIMA DA SILVA**

**REPENSANDO A TECNOLOGIA NO ENSINO DE QUÍMICA DO NÍVEL MÉDIO:  
UM OLHAR EM DIREÇÃO AOS SABERES DOCENTES NA FORMAÇÃO INICIAL**

Tese apresentada à Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito para a obtenção do grau de Doutor em Educação.

Aprovado em

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Isauro Beltran Núñez – Orientador  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Adelaide Maria Vieira Viveiros  
Universidade Federal da Bahia – UFBA

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Heloísa Flora Brasil Nóbrega Bastos  
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vilma Vitor Cruz  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

---

Prof. Dr. Francisco Gurgel de Azevedo  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

*A meus pais Nivaldo e Nair, que abdicaram de muitos de seus sonhos para sonharem com seus filhos, que me ensinaram o valor do aprendizado e a importância de saber respeitar as individualidades.*

*A meus irmãos, Danille, Dráusio e Daniel, que me ensinam a cada dia o valor da união, da amizade, do companheirismo, do amor fraterno ...*

*A meu companheiro, Olavo, que me ensinou e ensina a grandeza do amor e a importância de ser feliz com o que se faz.*

## AGRADECIMENTOS

Todo trabalho de pesquisa e de reflexão teórica, por mais que seja um percurso particular, nunca é solitário, mas socialmente construído. São necessários a colaboração e o companheirismo de muitos que, direta ou indiretamente, participam. Nesse sentido, aproveito o momento para agradecer, especialmente,

ao professor Isauro Beltrán Núñez, meu orientador, pelo apoio intelectual no processo de orientação desta tese, pela constante cobrança e questionamentos, e acima de tudo, pela amizade e carinho sempre demonstrados e compartilhados;

à professora Betânia Leite Ramalho, pelos profícuos comentários, pelo carinho e zelo com a minha formação como profissional e pesquisadora;

ao professor Eduardo Adolfo Terrazzan, pela incomensurável paciência com que leu este trabalho nestes últimos anos, pelos questionamentos, pelas sugestões, pelos caminhos apontados e, acima de tudo, pela amizade construída neste caminhar;

à professora Tereza Neuma de Castro Dantas, pela sensibilidade de amiga e profissional ao sugerir a busca de outro caminho que estivesse relacionado a meus verdadeiros interesses, levando-me a mergulhar em águas tão distintas das que conhecia;

ao professor Francisco Gurgel de Azevedo, pelos comentários e questionamentos feitos durante a elaboração final desta tese;

à Izolda Costa Fernandes, companheira deste caminhar, pelas colocações e sugestões sempre pertinentes;

aos integrantes da Linha de Pesquisa Formação e Profissionalização Docente, companheiros que partilharam as angústias e as descobertas, apoiando o crescimento mútuo e individual, com cumplicidade de grupo, amigos e amigas com quem tive o privilégio de conviver;

aos alunos do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, pela participação nesta pesquisa, socializando tão prontamente suas idéias;

ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, pelo excelente trabalho que desenvolve com a formação de pesquisadores;

ao Colégio Marista de Natal, pela compreensão dos momentos ausentes durante o ano letivo. Aos colegas professores e professoras, com quem tive o privilégio de conviver, partilhando angústias, vitórias e desejos na luta pela melhoria do ensino. Em particular, à professora Maria Ilka Soares da Silva (in memoriam), pelo incentivo constante em nossa busca (professores e professoras) de crescimento acadêmico e profissional;

à minha família, pelo apoio irrestrito, ainda que a distância, mas sempre presente na manifestação de seus sentimentos fraternos, do carinho, do respeito e do amor, o meu muito obrigada;

aos alunos e alunas do Ensino Médio, grandes interlocutores desta pesquisa, que entre erros, acertos e tropeços muito me ensinaram e muito ainda ensinarão.

Por fim, mas não por último, a Olavo, companheiro, amigo, colaborador incansável, sempre paciente com minhas ausências tão freqüentes, compartilhando as conquistas e alegrias, segurando-me a mão e apoiando-me nas perdas e horas de sofrimento, ensinando-me dia a dia, o fascinante desafio que é ser feliz.

## Resumo

A reforma educacional brasileira sugere mudanças nos distintos níveis de ensino. Estas, por sua vez, incluem, de forma explícita, a Tecnologia no Ensino Médio nas três áreas do conhecimento. Apontar a necessidade da Tecnologia nas escolas do Ensino Médio, como parte da educação do cidadão do amanhã em uma sociedade que vive a era tecnológica, tornou-se um argumento demasiado óbvio. Trabalhar a Tecnologia como dimensão educativa, que perpassa todas as áreas do conhecimento requer não somente uma simples mudança mas uma ruptura de posturas hegemônicas e tradicionais, que reduzem a Tecnologia à mera aplicação da Ciência. Este trabalho apóia, com reservas, a proposta de trabalhar as produções químicas industriais na disciplina de Química, uma proposta defendida pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Constata-se, nesse sentido, que trabalhar a Tecnologia por meio das produções químicas exige dos professores e professoras uma formação acadêmica e material didático apropriado para enfrentar as novas exigências do Ensino Médio. Também se discutem os distintos significados de Tecnologia e o quanto estes refletem no ensino. A pesquisa foi realizada na UFRN em duas etapas, sendo a primeira de familiarização com o objeto de estudo, da qual participaram 51 estudantes de cursos distintos como Bacharelado e Licenciatura em Química, Engenharia Química e Farmácia. Em outra etapa participaram 23 alunos concluintes do curso de Licenciatura em Química. Para essa pesquisa foi elaborado um plano baseado nas questões de estudo, sendo utilizados como instrumentos de investigação: questionários de perguntas abertas e fechadas, elaboração de texto e planejamento de uma disciplina. Como aprofundamento da pesquisa, foram realizadas entrevistas com uma parte dos participantes, tanto na primeira como na segunda etapa. Os dados obtidos foram tabelados e categorizados para conhecer as idéias dos participantes. Tais resultados empíricos sinalizam para o fato de que a maior parte dos participantes considera a Tecnologia subordinada à Ciência, identificam-na com equipamentos para melhorar o bem-estar das pessoas e remetem a um distanciamento de saberes disciplinares relacionados aos processos químicos industriais e de saberes didáticos que orientem aos participantes no sentido de como trabalhar tal temática com alunos e alunas no Ensino Médio. Tais constatações acenam para a necessidade de promover mudanças também na agência formadora. Assim, considerando o contexto do Ensino Médio e o da formação inicial dos professores e professoras de Química do Rio Grande do Norte, caracterizado por visões clássicas sobre a Tecnologia, defende-se uma proposta alternativa para trabalhar esse componente no Ensino Médio e, conseqüentemente, repensar a formação de professores, no intuito de ultrapassar a superficialidade de como vem sendo tratado tal tema.

Palavras-chave: ensino de Química, tecnologia, ensino médio, produções químicas industriais, saberes docentes, unidade didática.

## Resumen

La reforma educativa brasileña sugiere cambios en los distintos niveles de la educación. Estos alternadamente incluyen de forma explícita la Tecnología en la Enseñanza Media en las tres áreas del conocimiento. Apuntar la necesidad de la Tecnología en las escuelas de la Enseñanza Media como parte de la educación del ciudadano del futuro en una sociedad que vive la era tecnológica, es una discusión demasiado obvio. Para trabajar la Tecnología como dimensión educativa que perpassa todas las áreas del conocimiento requiere, no solamente un cambio simple, pero una ruptura de las posiciones hegemónicas y tradicionales que reducen la Tecnología al mera aplicación de la Ciencia. Este trabajo sostiene, con reserva trabajar las producciones químicas industriales en la asignatura de química, una propuesta defendida por los Parámetros Curriculares Nacionales para la Enseñanza Media. Constatase que trabajar la Tecnología por medio de las producciones industriales exige de los profesores y de las profesoras una formación académica y material didáctico apropiado para enfrentar a las nuevas exigencias de la Enseñanza Media. También son discutidos los distintos significados de la Tecnología y cuánto éstos reflejan en la educación. La investigación es llevada a cabo en la UFRN en dos etapas, siendo la primera de familiarización con el objeto del estudio, en cuál participan 51 estudiantes de cursos distintos como Bacharelato y Licenciatura en Química, Ingeniería Química y Farmacia. En la etapa 2 participaron 23 alumnos concluyentes del curso de Licenciatura en Química. Para la pesquisa fue elaborado un plan basado en las cuestiones de estudio, siendo utilizado como instrumentos de investigación encuestas de preguntas abiertas y cerradas, elaboración de un texto, planeamiento de asignatura. Para profundizar la investigación realizarse entrevistas con una muestra de los participantes tanto en la primera como en la segunda etapa. Los datos obtenidos fueran convertidos en tabelas y categorizados para conocer los modelos de las ideas de los participantes. Tales resultados empíricos señalan para el fato de que la mayoría de los participantes consideran la Tecnología subordinada a la Ciencia, la identifican con el equipo para mejorar el bienestar de la gente y remetem a un distanciamiento de los saberes disciplinares involucrados a los procesos químicos industriales y los saberes didácticos que orienten a los participantes en el sentido de cómo trabajar tal temática con los alumnos y alumnas en la Enseñanza Media. Tales constataciones acenan para la necesidad de promover cambios también en la agencia formadora. Así, considerando lo contexto de la enseñanza media y lo contexto de la formación de profesores e profesoras de Química del Rio Grande do Norte caracterizado por las visiones clásicas sobre Tecnología defendese una propuesta alternativa para trabajar eso componente en la enseñanza media y consecuentemente repensar la formación de los profesores, en lo intuito de ultrapasar la superficialidad de cómo se viene trabajando el tema.

Palabras-llave: enseñanza de Química, tecnología, enseñanza media, producciones químicas industriales, saberes docentes, unidad didáctica.

## Lista de Ilustrações

Figura	1:	Modelo de Tecnologia prática de Pacey .....	32
Quadro	1:	Ciência e Tecnologia como exemplo de solução de problemas .....	37
Quadro	2:	Diferença entre a Ciência e a Tecnologia .....	38
Figura	2:	Modelo tarefa-ação-capacidade para o Ensino de Tecnologia .....	65
Quadro	3:	Aspectos enfatizados no ensino clássico de Ciências e no ensino de Tecnologia de enfoque CTS .....	70
Figura	3:	O modelo CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) .....	71
Esquema	1:	Chave da profissionalização docente .....	97
Esquema	2:	Relações entre idéias/saberes docentes sobre a Tecnologia .....	100
Gráfico	1:	Número de disciplinas obrigatórias no currículo do curso de Licenciatura em Química nos turnos diurno e noturno .....	102
Esquema	3:	Percurso metodológico .....	103
Esquema	4:	Instrumentos utilizados na Etapa 1 .....	105
Gráfico	2:	Percentual dos participantes por curso no questionário – Etapa 1 .....	106
Esquema	5:	Instrumentos utilizados na Etapa 2 da pesquisa .....	111
Esquema	6:	Plano geral dos instrumentos da Etapa 2 – Idéias sobre Tecnologia .....	113
Esquema	7:	Plano geral dos instrumentos da Etapa 2– Saberes disciplinares e didáticos .....	114
Gráfico	3:	Idéias sobre Tecnologia expressas pelos participantes – Etapas 1 e 2 .....	120
Esquema	8:	Categorias que emergiram nas respostas dos participantes sobre os conhecimentos químicos envolvidos na produção industrial .....	126
Esquema	9:	Categorias que emergiram nas respostas dos participantes sobre os conhecimentos tecnológicos envolvidos na produção industrial .....	129
Quadro	4:	Número de citações dos objetivos da disciplina planejada .....	131
Quadro	5:	Número de citações dos conteúdos a serem abordados na disciplina planejada .....	132
Quadro	6:	Número de citações das estratégias ou atividades de ensino e dos recursos a serem utilizados na disciplina planejada .....	136

Esquema 10:	Conceitos e princípios na produção química industrial .....	151
Esquema 11:	Aspectos envolvidos na produção química industrial .....	153
Esquema 12:	Elementos gerais no estudo da produção química industrial .....	154
Esquema 13:	Exemplo de mapa conceitual para o estudo de uma produção química .....	165
Quadro 7:	Conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais possíveis de serem trabalhados no estudo de uma produção química industrial .....	169
Esquema 14:	Interações ao realizar atividades .....	171
Quadro 8:	Conteúdos a serem trabalhados na unidade didática: “Conhecimentos químicos e tecnológicos na indústria de refrigerantes” .....	183
Quadro 9:	Conteúdos a serem trabalhados na unidade didática: “Localização geográfica e aproveitamento de recursos pelas indústrias” .....	189
Quadro 10:	Conteúdos a serem trabalhados na unidade didática: “A contaminação da água provocada pela indústria de refrigerantes .....	194
Esquema 15:	Produção industrial de refrigerantes gaseificados .....	224
Figura 4:	Tanque misturador .....	226
Figura 5:	Torre de resfriamento contendo amônia .....	227
Figura 6:	Aparelhagem para medir o volume de gás carbônico no refrigerante .....	232
Figura 7:	Mapa do Estado do Rio Grande do Norte .....	237
Figura 8:	Diagrama de fluxo da produção industrial de ácido sulfúrico .....	259

## Lista de Tabelas

Tabela 1:	Caracterização dos participantes do questionário – Etapa 1 .....	107
Tabela 2:	Caracterização dos participantes do conjunto de instrumentos – Etapa 2 .....	110
Tabela 3:	Idéias sobre Tecnologia expressas pelos participantes – Etapas 1 e 2 .....	116
Tabela 4:	Grau de preparação dos participantes da Etapa 1 para trabalhar os processos industriais .....	123
Tabela 5:	Resultados da atividade experimental sobre refrigerantes .....	233
Tabela 6:	Indústrias de produção de refrigerantes da marca Coca-cola no Brasil .....	239

## **Lista de Abreviatura e Siglas**

**ACT** – Alfabetização Científica e Tecnológica

**AAAS** – American Association for the Advancement of Science

**CEB/CNE/ nº 03/98** – Câmara de Educação Básica do Conselho Nacional de Educação – Resolução nº 03/98.

**CEB/CNE/ nº 15/98** – Câmara de Educação Básica do Conselho Nacional de Educação – Resolução nº 15/98.

**CEFET** – Centro Federal de Educação Tecnológica

**CTS** – Ciência, Tecnologia e Sociedade

**DCNEM** – Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

**GEPEQ/IQ-USP** – Grupo de Pesquisa em Educação Química do Instituto de Química da Universidade de São Paulo

**INEP** – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais.

**FIERN** – Federação das Indústrias do Rio Grande do Norte

**LDB** – Lei nº 9.394/96 de Diretrizes e Bases da Educação

**PCNEM** – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

**PPGE<sub>d</sub>** – Programa de Pós-Graduação em Educação

**QNEsc** – Revista Química Nova na Escola

**UFRN** – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

## SUMÁRIO

Resumo

Resumen

Lista de Ilustrações

Lista de Tabelas

Lista de Abreviaturas e Siglas

APRESENTAÇÃO .....	17
CAPÍTULO 1 A Tecnologia e a relação com a Ciência: algumas reflexões .....	27
1.1 Aproximações ao(s) significado(s) de Tecnologia .....	28
1.2 Algumas características da relação Tecnologia e Ciência .....	36
1.3 Reflexões sobre a influência do significado da Tecnologia no ensino .....	47
CAPÍTULO 2 Tecnologia: uma nova disciplina escolar ou temática de ensino? .....	53
2.1 Reflexões sobre a inclusão da Tecnologia nos currículos da Educação Básica	54
2.2 As modalidades de Ensino da Tecnologia .....	62

2.3	A incorporação da Tecnologia na reforma educativa do Ensino Médio ...	74
2.4	O tema produções químicas industriais para trabalhar a Tecnologia: alguns exemplos .....	80
CAPÍTULO 3 Investigando idéias/ saberes sobre Tecnologia e sua relação com a Ciência em futuros professores e professoras de Química .....		88
3.1	Formação inicial e saberes docentes .....	89
3.2	Situando o estudo dos saberes docentes sobre a Tecnologia .....	93
3.3	Investigando as idéias/ saberes em futuros professores e professoras de Química .....	98
3.3.1	O contexto da pesquisa .....	100
3.3.2	Percurso metodológico .....	103
3.3.2.1	Etapa 1 – Fase de familiarização exploratória .....	104
3.3.2.2	Etapa 2 da pesquisa .....	110
3.4	Aproximação das idéias/ saberes em futuros professores e professoras de Química para trabalhar a Tecnologia no Ensino Médio .....	115
3.4.1	Idéias sobre o significado de Tecnologia e suas implicações para o ensino ...	115
3.4.2	Idéias sobre a relação da Tecnologia com a Ciência .....	121
3.4.3	Grau de preparação para trabalhar os processos químicos industriais .....	123
3.4.4	Saberes disciplinares .....	125
3.4.5	Saberes didáticos .....	130
CAPÍTULO 4 Proposta didática para trabalhar a Tecnologia no Ensino Médio na disciplina de Química a partir das produções químicas industriais: uma referência para se pensar .....		140
4.1	Definição dos objetivos do estudo .....	143
4.2	Critérios para seleção da produção química industrial .....	146
4.3	Conteúdos de ensino a serem trabalhados: uma alternativa possível .....	148
4.3.1	Princípios, conceitos e fatos .....	156

4.3.2	Conteúdos procedimentais .....	166
4.3.3	Conteúdos atitudinais, valores e normas .....	167
4.4	Critérios para organização e seqüência das atividades .....	170
4.4.1	Recursos didáticos utilizáveis no estudo das produções químicas industriais .....	176
4.5	Critérios para o processo de avaliação .....	177
4.6	Exemplos de unidades didáticas para trabalhar as produções químicas .....	179
4.6.1	Conhecimentos químicos e tecnológicos na indústria de refrigerantes .....	180
4.6.1.1	Objetivo geral .....	181
4.6.1.2	Objetivos específicos .....	182
4.6.1.3	Conteúdos .....	182
4.6.1.4	Metodologia .....	183
4.6.1.5	Recursos didáticos (Anexo A) .....	185
4.6.1.6	Estratégias de avaliação .....	186
4.6.2	Localização geográfica e o aproveitamento dos recursos pela indústria .....	187
4.6.2.1	Objetivo geral .....	188
4.6.2.2	Objetivos específicos .....	188
4.6.2.3	Conteúdos .....	189
4.6.2.4	Metodologia .....	189
4.6.2.5	Recursos didáticos (Anexo A) .....	191
4.6.2.6	Estratégias de avaliação .....	191
4.6.3	A contaminação da água provocada pela indústria de refrigerantes .....	192
4.6.3.1	Objetivo geral .....	192
4.6.3.2	Objetivos específicos .....	193
4.6.3.3	Conteúdos .....	193
4.6.3.4	Metodologia .....	194
4.6.3.5	Recursos didáticos (Anexo A) .....	196
4.6.3.6	Estratégias de avaliação .....	197
CAPÍTULO 5 Considerações finais .....		199
REFERÊNCIAS .....		205

ANEXO A Recursos didáticos para o(a) professor(a) e o(a) aluno(a) .....	224
Texto 1: Produção industrial de refrigerantes gaseificados .....	224
Roteiro 1: Verificando a quantidade de gás carbônico existente em refrigerantes .....	231
Texto 2: Da caldeira à máquina a vapor .....	234
Roteiro 2: Aluno(a) – Observação da produção de refrigerantes .....	236
Roteiro 3: Aluno(a) – Entrevista com funcionário da indústria de refrigerantes .....	236
Mapa do Estado do Rio Grande do Norte .....	237
Texto 3: A indústria da Coca-Cola .....	238
Texto 4: Escassez de água .....	241
Ficha de acompanhamento 1 – Instrumento do Professor(a) : Questionário sobre as as implicações da Tecnologia com a Sociedade e o Ambiente .....	242
Ficha de acompanhamento 2 – Instrumento do Professor(a) : Questionário sobre os usos da água e sua contaminação .....	243
Texto 5: Notícia de contaminação da água pela indústria de refrigerantes .....	244
Jornal local .....	245
Roteiro 4: Identificar problemas na notícia de contaminação da água .....	248
Roteiro 5: O papel de cada grupo de alunos e alunas envolvido na situação fictícia ....	249
Roteiro 6: Orientações para o trabalho em equipe .....	251
Roteiro 7: Orientações para apresentação das propostas .....	252
Roteiro 8: Orientações para o debate das propostas .....	254
 ANEXO B Instrumentos .....	 255

## APRESENTAÇÃO

Apresentar um trabalho, às vezes, remete-nos a reviver o caminho percorrido. Então, percebemos quantas portas foram batidas, quantas trilhas pensadas. A vontade de agarrar toda e qualquer informação que nos chega gera a ansiedade peculiar de querer fazer muitas teses numa só. Enfim, consegue-se enxergar, muito embora com dificuldade (e com os auxílios incansáveis de professores e do orientador), que é necessário buscar um caminho com recortes expressivos, que nos aproximem do tema. Tais recortes não significam o estacionar num ponto, mas o reconhecimento de que ainda muito se tem a aprender e a fazer. Exprimem, também, um suspirar para retornar a caminhar, talvez, quem sabe, evitar caminhos mais longos, mas sempre abrindo outras portas.

Faz-se necessário assinalar que muitas vezes o trabalho se torna nosso dia-a-dia; em outras, é o nosso dia-a-dia que se incorpora ao trabalho. É nesse sentido que são reforçadas aqui as falas de alguns professores que fizeram parte desse caminhar e, nessa perspectiva, ressaltar o quão relevante são os saberes da experiência, as histórias de vida, elegendo como prioridade o não afastamento do campo de atuação como docente. Essas particularidades, tão expressivas, colaboram com o prazer em mergulhar no que se vem estudando e se pretende continuar a estudar.

Algumas experiências vivenciadas, de algum modo, orientaram o desejo de desenvolver este trabalho. A graduação em Química Industrial proporcionou a vivência de 8 anos em laboratórios de pesquisa na área de produtos naturais, entre graduação e mestrado. A pesquisa no

mestrado, por sua vez, voltou-se para a área de tecnologia química, mais especificamente em síntese orgânica, o que propiciou a oportunidade de trabalhar em uma indústria química.

Mas foi justamente uma frase dita e repetida pelo professor Attico Chassot em um curso<sup>1</sup>, afirmando que “todo professor tem ou teve um motivo pelo ser professor”, que me levou a refletir sobre a minha opção pela docência. Exatamente num determinado momento em que surgiu a oportunidade de trabalhar como professora no laboratório de química com alunos da 1ª série do Ensino Médio. Tal desafio resultou no retorno à universidade para cursar a Licenciatura em Química, buscando uma melhor formação profissional para o exercício docente.

Nesse caminhar, coloco-me diante da possibilidade de trabalhar como professora formadora, durante um curto período, com a disciplina de Prática de Ensino em Química. Nesse viés pessoal, que se aproxima de certo modo da pesquisa, não posso esquecer de que atuei, atuo e quero continuar atuando como professora de Química. Esse desejo tem sido um catalisador que contribuiu e contribui com a continuidade deste trabalho que, na linguagem química, significa não ser consumido durante o processo.

Logo, a proximidade que permeia minha formação acadêmica e profissional com temas tão intrínsecos como tecnologia, química, ensino de química, constituem-se elementos significativos que, no desenvolvimento desta pesquisa, visam refletir sobre os saberes de licenciandos de química que tenham como objetivo trabalhar a Tecnologia, a fim de levar uma melhor compreensão aos alunos e alunas do Ensino Médio dos princípios químicos, das implicações sociais, ambientais e econômicas que permeiam a produção química industrial.

O tema desta pesquisa relaciona-se com a Tecnologia na disciplina de Química no Ensino Médio e com a formação inicial de professores.

---

<sup>1</sup> Curso ministrado em 26 de outubro de 2000. XL Congresso Brasileiro de Química, Recife.

A incorporação da Tecnologia no currículo, como parte da educação geral, e não na perspectiva do ensino profissional, intensifica-se nas décadas de 80 e 90, principalmente na Europa e América do Norte (GILBERT, 1995; REIS, 1995). Esse movimento, que denomina o ensino da tecnologia de Educação Tecnológica (UNESCO, 2003), surge como uma das alternativas viáveis para minimizar o analfabetismo científico e tecnológico – assumido como a falta de conhecimentos científicos e tecnológicos úteis, para que os estudantes como cidadãos, compreendam a realidade que os rodeia e possam participar nos processos democráticos –, expresso por Cajás (2001, p. 243) como “baixo nível de alfabetização científica e tecnológica”.

O ensino da Tecnologia ou, como denominou o movimento de incorporação na educação geral, a Educação Tecnológica, diferencia-se do Ensino Profissionalizante que objetiva preparar para o exercício de uma profissão. A Educação Tecnológica, por sua vez, prepara para o mundo do trabalho, isto é, para nenhuma profissão em particular. Nessa dimensão, o ensino da Tecnologia propõe desenvolver a cultura geral do cidadão, sendo por isso defendida sua integração nos ciclos gerais dos sistemas educativos de diversos países.

Entretanto, o desafio de trabalhar a Tecnologia perpassa por questões complexas, já que a modalidade do ensino adotada em cada local depende, entre outros pontos, da sua tradição pedagógica e educativa (MANZANO, 1997), passando pela preocupação especial com a preparação de futuros professores (ACEVEDO, 1996; GILBERT, 1995), para trabalhar essas temáticas.

Propostas, modelos, tendências são discutidos para incorporar a Tecnologia e, nesse turbilhão, cada vez mais, aponta-se para o papel das Ciências, quer como possível veículo para seu ensino, quer como uma fonte de conteúdos para a atividade tecnológica. Muitos autores

afirmam que qualquer dessas opções mostra a importância das Ciências para trabalhar a Tecnologia (REIS, 1995).

Assim, duas grandes tendências tomam corpo: a Tecnologia como disciplina independente (UTGES et al., 2001; CAJAS, 2001; REIS, 1995; BAPTISTA, 1993; UNESCO, 2003) ou como temática articulada, seja a outras disciplinas da área de Ciências como Física, Química e Biologia (ACEVEDO, 2001; ALLSOP; WOOLNOUGH, 1990; GILBERT, 1992; LAYTON, 1988) ou baseada no enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS (ACEVEDO, 2001; ANDRADE, 2001; OSORIO, 2002; VILCHES; FURIÓ, 2000).

No Brasil, a reforma educativa separa o Ensino Médio do Ensino Profissionalizante, sendo o último denominado de Ensino Técnico ou Educação Tecnológica (KUENZER, 1997). Nesse enfoque, a Educação Tecnológica assume a função de preparar para uma profissão específica. A reforma também ressalta a finalidade da formação do cidadão e da preparação para o mundo do trabalho e incorpora a Tecnologia no Ensino Médio nas áreas de conhecimento como Ciências Naturais, Matemática e suas Tecnologias; Linguagem, Códigos e suas Tecnologias e Ciências Humanas e suas Tecnologias (BRASIL, 1999b). Assim, a Tecnologia está em função de cada área do conhecimento.

No caso do Ensino da Química – o espaço educativo desta pesquisa – a reforma brasileira assinala a importância de o aluno e a aluna compreenderem os princípios científicos e tecnológicos das produções químicas contemporâneas, associando a teoria à prática no intuito de preparar o educando para o mundo do trabalho. Para alcançar respectivos objetivos, uma proposta firmada nos documentos da reforma aponta para a potencialidade de trabalhar os processos químicos industriais.

É importante esclarecer que não se intenciona, nesta pesquisa, defender ou criticar a reforma educativa, envolvida em questões muito mais complexas e estruturais, mas ressaltar o registro legal de tal orientação. O que se pretende é discutir a existência de diferentes entendimentos para o termo Tecnologia, confirmando sua natureza complexa e passível de conduzir a significados distintos e juízos ambivalentes. Esses, por sua vez influenciam na forma de ensinar a Tecnologia, seja como disciplina independente ou articulada ao ensino de Ciências, como a Química.

Nesse sentido, alguns pontos serviram de reflexão para nortear a idéia defendida nesta pesquisa, entre eles a incorporação da Tecnologia na Educação Básica como elemento para contribuir na formação dos alunos e alunas constitui uma justificativa demasiadamente óbvia. No contexto educativo, a Tecnologia já nasce órfã, pois são distintos seus significados, além de sua interface com a Ciência, o que pode provocar visões distorcidas como a aplicação do conhecimento científico e/ou tecnológico. As idéias assumidas para a Tecnologia refletem no ensino, dependendo principalmente da finalidade ou objetivo educativo que se almeja, podendo enveredar por distintas modalidades, desde a inserção de temas que incorporam a Tecnologia ou como uma disciplina específica. O ensino da Tecnologia pode referir-se tanto à preparação para uma determinada profissão, confundindo-se em alguns pontos com o ensino profissionalizante, como a um veículo auxiliar do ensino de Ciências. Outro argumento defendido é o de que a Tecnologia vem sinalizada nos PCNEM como uma potencialidade. Entretanto, aqui se discutem dois aspectos relevantes: um é a preparação dos professores e outro a escassez de material didático sobre o tema direcionado para o Ensino Médio. Assim, apesar de não ser tratado esse aspecto na pesquisa, entende-se que para os professores e professoras de Química trabalharem a

Tecnologia é necessário um rompimento de visões reducionistas e hegemônicas do significado da Tecnologia como aplicação ou exemplificação da Ciência.

Essas ponderações levam a questionar como os professores e professoras estão sendo preparados para esse desafio. O que pensam os futuros professores e professoras sobre a Tecnologia? Como trabalhá-la na disciplina de Química? Até que ponto a tensão entre as inovações suscitadas pelas reformas para diminuir o abismo entre uma educação que enfatiza os conteúdos específicos, compartimentados e abstratos diante da proposta de uma “educação geral para a cidadania e a preparação para o trabalho” (BRASIL, 1999b) se reflete na formação inicial dos professores? A formação inicial de caráter disciplinar tem beneficiado o licenciando para que este possa mobilizar saberes no sentido de trabalhar a Tecnologia, contribuindo para o agir docente? Que saberes são necessários para esse agir?

Os estudos sobre profissionalização docente que se desenvolvem na Linha de Pesquisa Formação e Profissionalização Docente do Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) têm como um dos focos da sua atenção os estudos dos saberes necessários à formação inicial, como parte da base de conhecimentos que caracteriza cada profissão (ANGULO, 1990; MARCELO GARCÍA, 1992a; TARDIF, 2002; RAMALHO; NÚÑEZ; GAUTHIER, 2003; RAMALHO; NÚÑEZ, 1998a; 1998b).

Fundamentada nesses pressupostos teóricos, defende-se a tese de que, a formação inicial pouco contribui para mudar de forma significativa as visões clássicas sobre a Tecnologia e, também, de como trabalhá-las nas aulas de química, no contexto das escolas do Ensino Médio. Acena-se para a necessidade de propiciar referências para que os futuros professores(as) de Química possam, de forma crítica, rever seus saberes e suas idéias sobre a Tecnologia.

Dentro dessa perspectiva, um recorte faz-se necessário para aproximar das particularidades do tema, delimitando o sentido da Tecnologia e suas implicações no ensino. Ressalta-se, nesse caso, a importância no estudo dos saberes dos licenciandos em Química para trabalhar as produções químicas industriais, constituindo-se esse o tema adotado para trabalhar a Tecnologia no ensino de Química. Dessa forma, a investigação insere-se no âmbito das pesquisas contemporâneas sobre o ensino e nos estudos que se interessam pelos saberes docentes na formação inicial.

Os objetivos específicos da pesquisa são direcionados no sentido de se apreender as idéias que os licenciandos em Química da UFRN – sujeitos deste estudo – têm sobre a Tecnologia, sobre a relação com a Ciência e sobre os saberes disciplinares e didáticos para trabalhar os processos químicos industriais. Apresentam-se, também como sugestão, alguns critérios para a elaboração de material didático e exemplos para trabalhar as produções químicas industriais com alunos e alunas no Ensino Médio, na disciplina de Química.

No capítulo 1, procura-se uma aproximação do sentido dado à Tecnologia na voz de diversos autores e sua relação com a Ciência, por meio de um recorte histórico como alicerce para compreender a influência das diferentes visões no ensino da Tecnologia. As variedades de termos sobre Tecnologia e suas relações com a Ciência podem estar atreladas a um componente herdado histórica e culturalmente, influenciando, de certo modo, as idéias sobre a Tecnologia e, conseqüentemente, sobre o seu ensino.

No Capítulo 2, intitulado Tecnologia: uma nova disciplina escolar ou uma temática de ensino?, apresentam-se os argumentos para a incorporação da Tecnologia, nos currículos da educação básica em nível mundial, como elemento para a educação geral dos alunos e alunas, suas modalidades e como esta vem expressa na reforma brasileira, com relação ao Ensino de

Química do Ensino Médio. Entretanto, apesar da sugestão dada pelos PCNEM para trabalhar o tema produções químicas industriais nas aulas de Química, nesse nível de ensino, a simples leitura de alguns livros, materiais ou propostas didáticas, publicadas antes da reforma já confirmam sua presença. Assim, são citados alguns exemplos de materiais didáticos que abordam essa temática no Brasil e em outros países.

Considerando a realidade brasileira e as modalidades de incorporação da Tecnologia, assume-se que o tema produção química industrial refere-se a um conjunto de situações de ensino-aprendizagem que visam fornecer aos alunos e às alunas do Ensino Médio elementos para que possam analisar as conjunturas estruturais, sociais e organizativas relacionadas à Tecnologia. Essas questões são permeadas por fatores determinantes como objetos e procedimentos tecnológicos nos processos de transformações químicas em um dado contexto. O estudo da produção química industrial tem a potencialidade de dar significado aos princípios científicos da produção contemporânea tendo em vista uma orientação para a preparação para o trabalho e uma participação ativa na sociedade.

Baseado nessas ponderações, chama-se a atenção para o Ensino de Química com relação ao papel do sistema produtivo e industrial no contexto sociocultural como componente para a formação geral do educando e como contribuição à preparação para o mundo do trabalho. Discute-se uma proposta alternativa de trabalhar a Tecnologia nessa área do conhecimento por meio das produções químicas industriais. Acena-se para a potencialidade da indústria química, na qual questões como aumento da produção com a crescente minimização de custos podem significar tanto cortes no setor pessoal como o aumento significativo da automatização, além da incorporação de diversas funções por um único trabalhador.

No Capítulo 3, busca-se uma aproximação das idéias/saberes necessários aos licenciandos em Química para trabalhar a Tecnologia por meio das produções químicas industriais com o intuito de sinalizar, em termos de orientações, as discussões sobre a formação inicial para esse desafio. À luz das discussões dos capítulos anteriores sobre a aproximação do significado de Tecnologia, o reflexo da relação com a Ciência e as implicações no ensino, a pesquisa visa conhecer os saberes disciplinares e didáticos de futuros professores e professoras de Química, no sentido de assinalar aqueles que possam contribuir com a base de conhecimentos para a profissionalização da docência. Descreve-se, ainda, a trajetória metodológica construída na pesquisa, o contexto empírico, os instrumentos utilizados, suas limitações e potencialidades para conhecer as idéias/saberes dos licenciandos em Química. Além disso, apresentam-se os resultados dialogando com os pressupostos teóricos que fundamentam esta pesquisa.

No Capítulo 4, são discutidos alguns critérios para a elaboração de unidades didáticas para trabalhar a Tecnologia no Ensino da Química com alunos e alunas do Ensino Médio seguido de alguns exemplos. O interesse pela elaboração das unidades didáticas vem ao encontro da constatação da escassez destes materiais sobre as produções químicas industriais que orientem o trabalho dos(as) professores(as). Esse capítulo apesar de não possuir um diálogo direto com os resultados da pesquisa surge, durante a entrevista com os futuros professores(as) de química – muitos já atuando como docentes – com a intencionalidade de atender a seus anseios no que se refere a temática discutida como das necessidades enquanto pesquisadora e professora. Assim, são discutidos alguns princípios científicos e tecnológicos da produção química industrial possíveis de serem trabalhados com alunos e alunas do Ensino Médio, ressaltando-se outros pontos, como a preocupação intensa com o controle de qualidade em uma sociedade de consumo cada vez mais exigente, a elaboração de propostas de utilização de fontes alternativas de energia

e de reciclagem, consideradas mundialmente como *politicamente corretas*, devido a preocupações com a conservação do planeta como, por exemplo, as fontes naturais de energia e de matérias-primas. Essas e outras questões, tão presentes na produção da indústria química, constituem pontos para reflexão sobre nossa postura frente às inovações e ao desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia atual.

A perspectiva aqui assumida reconhece que a Tecnologia, para ser trabalhada em cada contexto, deve considerar suas particularidades, como a estrutura curricular, os espaços físicos, a ausência de material didático, o número de alunos por sala de aula, a preparação dos professores, entre outros. A articulação da Tecnologia na disciplina de Química tendo como recurso os processos químicos no contexto das indústrias químicas constitui-se em uma alternativa didático-metodológica que não é rígida e nem excludente das demais possibilidades.

No último capítulo, apresentam-se as considerações finais e nos anexos encontram-se os instrumentos, os textos, roteiros e fichas de acompanhamento para o professor ou professora trabalhar as unidades didáticas propostas.

Este trabalho não tem a pretensão de responder todas as perguntas que permeiam o tema Tecnologia e os Saberes Docentes, mas se propõe sugerir orientações para discussões pertinentes, no que diz respeito à especificidade da formação inicial de professores e professoras de Química comprometidos com a proposta educativa assinalada pelos PCNEM para o Ensino Médio – não como um modismo –, para a formação dos alunos e das alunas como futuros cidadãos e sua preparação para o mundo do trabalho.

## **CAPÍTULO 1 A TECNOLOGIA E A RELAÇÃO COM A CIÊNCIA: ALGUMAS REFLEXÕES**

É usual dizer que se vive na atualidade a “era tecnológica”. Essa afirmação é reforçada pelos historiadores Kransberg e Pursell (apud MANZANO, 1997, p. 19, tradução nossa) ao afirmarem que “cada vez mais, somos conscientes de que a Tecnologia se converteu no século XX em uma grande força desbravadora, ao mesmo tempo criativa”.

Neste capítulo, serão apresentadas e discutidas diferentes percepções dessa palavra, segundo alguns autores. Além disso, para uma melhor aproximação dessas percepções, buscar-se-á conhecer seu breve histórico e, conseqüentemente, a relação do termo em pauta com a Ciência.

A palavra Tecnologia é objeto de interpretações diversas conforme o contexto. Essas diferentes formas de concepção, segundo Reis (1995), resultam em parte da gama de significados lingüísticos que se fazem pertinentes a esse termo.

Relativamente a essa *instabilidade* conceitual, alguns estudos apontam para as implicações no currículo escolar (FLEMING, 1987; REIS, 1995). Assim, pretende-se por meio da análise de distintas definições buscar subsídios que contribuam para o entendimento da Tecnologia na Educação Básica. Não obstante, para tratar sobre sua incorporação nesse nível de ensino, segundo De Vries (2003), deve-se inicialmente perguntar: o que é Tecnologia? Qual seu significado? Possui alguma relação com a Ciência? Em que medida?

## 1.1 Aproximações ao(s) significado(s) de Tecnologia

Na linguagem cotidiana, a palavra Tecnologia confunde-se com a palavra Técnica, estando, pois, relacionada a procedimentos para fazer algo, geralmente de caráter material (MANZANO, 1997); por outro lado, sugere uma relação limitada a objetos – aparelhos, máquinas, equipamentos, entre outros – normalmente sofisticados.

Emitindo seu ponto de vista quanto à questão, Baptista (1993, p.18) afirma que técnica é “toda disposição especial de meios e procedimentos particulares que visa a um determinado fim”. Apesar da simplicidade aparente dessa definição, ela elucida a essência da diferença entre o objeto técnico e a ação técnica. A ação é entendida como uma seqüência de atos técnicos unidos por um objetivo comum e o objeto técnico como matéria e protagonista, constituindo-se de fronteiras facilmente identificáveis, desde o senso comum (computador, nebulizador, celular) ou pela sua extensão (estação lunar, fábrica) ou por sua imaterialidade (software, clonagem). Nesse enfoque, os objetos constituem o fim e o meio dos procedimentos técnicos.

O uso diário dessas palavras pode levar a acreditar que se conhecem seus significados, já que estes se mostram inteligíveis. Porém, a análise das definições permite identificar matizes geralmente ocultos nos discursos e usos correntes desses vocábulos.

Por trás das diferentes denominações existem aspectos da associação dos objetos entre si. Baptista (1993) esclarece que o uso comum desses termos evoca denominações gerais aos objetos tecnológicos (ou técnicos como chama o autor), fazendo-os distintos entre si tal como se pode constatar nas definições a seguir:

*Ferramentas*: são objetos que executam em contato imediato com a obra, um ato técnico relativamente específico, a exemplo de uma serra, uma chave de fenda ou um eletrodo.

*Utensílios*: são objetos dotados de menor especificidade funcional; constituem-se de uma “ferramenta passiva”, a exemplo do estilete e do cadinho de porcelana.

*Instrumentos*: são objetos de complexidade variável; geralmente menores que os aparelhos e mais específicos e delicados que as ferramentas, destinados tanto a agir como a recolher e exibir informações, a exemplo dos instrumentos cirúrgicos ou instrumentos legais.

*Aparelhos*: são objetos dotados de maior complexidade formal que os anteriores. Tanto recolhem a informação como são capazes de processá-la, a exemplo do termômetro e do calorímetro.

*Máquinas*: são objetos mais ou menos complexos. Constituídos por partes individualizadas, mecânicas, eletrônicas, óticas etc. Associam um conjunto de funções – principais ou subordinadas – a um conjunto de comandos a exemplo do cromatógrafo gasoso para quantificar os compostos orgânicos.

Os objetos, por sua vez, podem estar reunidos entre si. Assim, denomina-se *sistema* o *conjunto de máquinas* e outros objetos que se comandam reciprocamente, e *equipamento* o *conjunto de objetos* referidos à mesma área de atividade. Por exemplo, o cromatógrafo gasoso acoplado ao espectrômetro de massa, que identifica e quantifica compostos orgânicos voláteis, por comparação com uma biblioteca de espectros.

Segundo alguns autores, não se pode definir a Tecnologia sem antes considerar sua relação com a técnica. Nesse sentido, Quintanilla (2001) apresenta algumas noções básicas de filosofia da técnica relativas a sistemas técnicos, assinalando a existência de uma ambigüidade

sistemática no uso dos termos técnica e tecnologia, tecnologia e artefato técnico, conhecimento técnico e sistema técnico. Para Quintanilla (2001, p.56, tradução nossa), a técnica consiste em

[...] um conjunto de habilidades e conhecimentos que servem para resolver problemas práticos. Podem ser de tipos específicos como técnicas produtivas ou de transformação, manipulação de objetos concretos para produzir intencionalmente outros objetos ou processos nos quais são os resultados da aplicação das técnicas produtivas (tecnologias), chamados de artefatos. Encontram-se entre eles as ferramentas e máquinas que, por sua vez, são chamados de instrumentos técnicos.

Nesse particular aspecto, a Tecnologia é entendida como um tipo de técnica que constitui “uma forma de conhecimento de caráter prático de manipulação de objetos, artefatos ou processos” (ECHEVERRÍA, 2001b, p.17). Num outro sentido, a Tecnologia é vista como resultado de produtos de natureza material manifestada nos artefatos tecnológicos considerados máquinas. Assim, objetos como automóveis, celulares, computadores, destiladores, torres de resfriamento seriam exemplos de objetos tecnológicos. Em síntese, o tecnológico seria relativo à produção de bens materiais que a sociedade demanda (PALACIOS et al., 2001), podendo ou não estar ausente o *porquê*, o *como*, o *para que* e *quem a produziu*.

Duas idéias básicas sobressaem dessas considerações: em primeiro lugar, a *dependência* da Tecnologia com outros conhecimentos; em segundo lugar, a utilidade da Tecnologia expressa no caráter material de seus produtos.

Gasset (apud MANZANO, 1997, p. 23, tradução nossa) faz outra aproximação de caráter filosófico e histórico-antropológico. Para tanto, busca estabelecer o conceito de ato técnico e a definição de técnica, proporcionando uma outra dimensão para a Tecnologia – o bem-estar do ser humano –, afirmando que

[...] atos técnicos não são aqueles em que o homem procura satisfazer diretamente as necessidades que a circunstância ou a natureza lhe faz sentir, mas precisamente o que leva a reformar essa circunstância eliminando-a, se possível, tais necessidades, suprimindo o acaso e o esforço que existe em satisfazê-las. Entretanto, o animal, por ser atécnico, tem que sobreviver com o que encontra, caso contrário morre. O homem, mercê de seu dom técnico, cria, pois, circunstâncias para encontrar o que necessita. Pode-se chamar de uma sobrenatureza adaptando a natureza às suas necessidades. A técnica é o contrário da adaptação do sujeito ao meio, posto que é a adaptação do meio ao sujeito. Esta reação contrária ao seu redor consiste em não resignar-se, não contentando-se com o que o mundo é, são características específicas do homem.

A idéia de bem-estar vem expressa a partir do que as pessoas consideram como necessidade, uma condição relativa e variável, podendo ampliar desde as necessidades primárias até o que se deseja como supérfluo, não sendo, pois, estritamente necessário para a subsistência. O autor considera, também, que a espécie humana se distingue, entre outros fatores, pela enorme valorização que dá ao supérfluo. Entretanto, na atividade essencial e mesmo em boa parte do tempo livre o homem interage apenas com objetos artificiais num contexto de utilização também artificialmente regulado.

O caráter prático e o bem-estar promovido pela Tecnologia são encontrados em definições como a da UNESCO (2003, tradução nossa) esclarecendo que “é o saber fazer e o processo

criativo podendo utilizar ferramentas, recursos e sistemas para resolver problemas e aumentar o controle sobre o ambiente natural e o criado pelos seres humanos com objetivo de melhorar a condição humana”.

A Tecnologia, nessa perspectiva, está vinculada a conhecimentos práticos tanto para resolver problemas como para controlar ambientes naturais ou artificiais, com o propósito de levar o bem-estar à sociedade. Nessa linha de pensamento, Pacey (apud LAYTON, 1988) elabora um modelo conceitual da Tecnologia-prática aceito por diversos autores (SARRAMONA, 2003; SOLÍS, 2003; VARGAS, 1994), que propõe a definição como aplicação do conhecimento organizado para a resolução de tarefas práticas por meio de sistemas ordenados, incluindo pessoas, organizações, organismos vivos e máquinas, apresentando três elementos, conforme a Figura 1 a seguir:

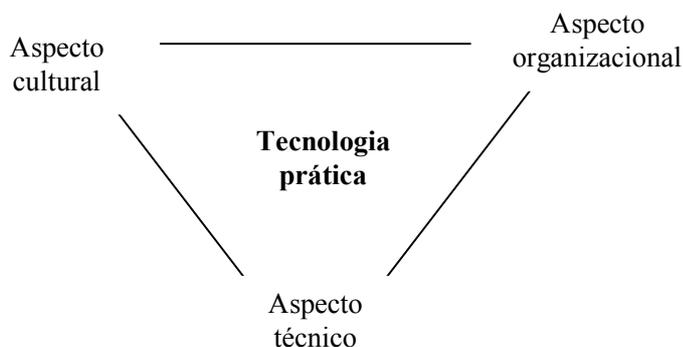


Figura 1: Modelo de Tecnologia prática de Pacey<sup>\*</sup>

Uma análise efetiva desse modelo conceitual mostra que o aspecto cultural considera as finalidades e objetivos, sistemas de valores e códigos éticos, crenças sobre o progresso etc. Assim

---

<sup>\*</sup> Extraído e traduzido de Layton (1988).

sendo, permite a ampliação do significado da Tecnologia, considerando os valores e as ideologias que conformam a perspectiva cultural, capaz de influir na atividade dos projetistas e inventores tecnológicos. Já o aspecto organizacional refere-se ao fator político-administrativo, à organização e gestão, aos aspectos de mercado, à economia, aos agentes sociais como empresários, sindicatos e outros. Também se refere a questões relacionadas à atividade profissional produtiva e à distribuição de produtos, usuários e consumidores etc. Nesse aspecto, há uma ampliação do significado da Tecnologia, estendendo-o para incluir aspectos sócio-políticos importantes. O aspecto técnico, por sua vez, relaciona-se a conhecimentos, capacidades e destrezas técnicas, instrumentos, ferramentas e máquinas, recursos humanos e materiais, matérias-primas, produtos obtidos, dejetos e resíduos etc. Essa dimensão está associada com o significado mais restrito, mas também mais habitual da Tecnologia.

Este último aspecto pode ser observado na definição de Tecnologia no dicionário da língua portuguesa (HOLLANDA, 1975), que a define como Ciência das artes e ofícios em geral, sendo que cada arte ou ofício corresponde a um conjunto de conhecimentos para alcançar um determinado fim. Essa definição provém do grego *technos*: arte, ofício, indústria, comércio e *log*: palavra, tratado, estudo, ciência, podendo ser resumida na seguinte definição de Hollanda (1975, p. 1360):

Tecnologia: 1. Conjunto de conhecimentos, especialmente princípios científicos, que se aplicam a um determinado ramo de atividade: tecnologia mecânica. 2. Explicação dos termos concernentes às artes e ofícios. 3. O vocabulário peculiar de uma ciência, arte ou indústria, etc. 4. Ciência que trata da técnica.

Pode-se adiantar que, segundo essa definição, o objetivo da Tecnologia é a procura de leis ou princípios gerais que orientem a atividade técnica, quer na *aplicação de técnicas* conhecidas, quer na criação de técnicas novas (MANZANO, 1997).

Outros autores como Simó e Prieto (1984, p. 4) afirmam que “a Tecnologia é, de forma geral, a Ciência que trata os métodos e os processos de transformação da matéria-prima (produtos da natureza) em artigos de consumo e meios de produção”. Grispun (1999) concorda com essa posição, mas subdivide a Tecnologia em dois sentidos, dando-lhe o enfoque de processo e produto, enquanto Manzano (1997, p. 27) afirma que a Tecnologia “é o corpo de conhecimentos técnicos, específicos, científicos e relativos ao contexto sócio-cultural do objeto técnico”, sugerindo que seu produto está inserido nesse tipo de contexto. Como este último, outros autores baseados no trabalho de Pacey propõem diferentes formas de entender o significado do termo Tecnologia, entre eles Mitcham (apud LAYTON, 1988, p. 371, tradução nossa), que propõe uma tipologia com 4 categorias, quais sejam:

tecnologia como objeto (aparelhos, ferramentas, máquinas);  
tecnologia como conhecimento (saber-fazer, habilidade);  
tecnologia como processo (invenção, desenho, modelagem);  
tecnologia como volição<sup>2</sup> (motivo, necessidade, intenção).

Já Kline (1985, p. 217, tradução nossa), propõe a seguinte descrição:

---

<sup>2</sup> Segundo dicionário Aurélio Buarque de Hollanda (1975, p. 1470) significa “pôr em exercício, à vontade de”.

A Tecnologia como artefatos, máquinas, recursos e pessoas, num sistema sócio-técnico de manufatura; como conhecimento, técnica, experiência ou métodos; como um sistema sócio-técnico de uso, um sistema que usa combinações de ferramentas e pessoas para realizar tarefas que não poderiam ser executadas sem a ajuda deste sistema.

Acevedo (1996; 1998), Fleming (1989), Gilbert (1992) e Rodríguez-Acevedo (2003) ressaltam 3 formas de entender a Tecnologia: a primeira, como Ciência Aplicada que lhe nega o traço distintivo e a considera como um apêndice da Ciência; a segunda, baseada somente nas capacidades e destrezas necessárias para realizar as tarefas produtivas e os artefatos elaborados; e a terceira, situada em seu contexto social como sistema, considerando as implicações tecnológicas sociais e ambientais.

À luz desses posicionamentos, percebe-se que há alguns pontos em comum entre os diversos autores sobre o significado de Tecnologia. Nas definições apresentadas, vários aspectos sugerem a Tecnologia como objeto, processo, procedimento, bem-estar ou, ainda, como afirmam outros, uma aplicação da Ciência.

Talvez uma idéia mais completa para o que foi discutido pudesse ser sintetizada como a Tecnologia vista como objeto que constitui um conjunto de máquinas, ferramentas, equipamentos e todos os objetos não naturais produzidos pelo Homem, como processo, por meio do qual algo é inventado para satisfazer uma necessidade reconhecida, já que não se pode ignorar a necessidade do homem de descobrir, criar, inventar e fazer coisas novas. Como procedimento para fazer e melhorar as coisas, difere em forma, e por vezes em substância, do conhecimento gerado pelas ciências. Esse processo é contínuo. Por meio dele é que a humanidade molda, modifica e gere sua qualidade de vida. Nessa perspectiva, é inegável que a Tecnologia se orienta no sentido de

alcançar os objetivos do homem, o que inclui valores, segundo os contextos, que são parte integrante da atividade tecnológica, refletindo-se na utilização, transferência e incorporação da Tecnologia na sociedade.

Entende-se que considerar o problema do significado da palavra Tecnologia em vez de tentar defini-la é provavelmente mais útil, no sentido de identificar as várias facetas relacionadas, já que encerram a sua essência. A Tecnologia requer uma autonomia, pois possui suas particularidades e especificidades, ao mesmo tempo que mantém uma linha relacional tênue com a Ciência.

## **1.2 Algumas características da relação Tecnologia e Ciência**

Na metade do século XX, uma nova tendência se estabeleceu: a Tecnologia reclamava sua autonomia (LAYTON, 1988). Assim, a Filosofia e a História da Tecnologia começam a se estruturar. Iniciativas como o *Journal of the Technology and Culture* (Jornal da Tecnologia e Cultura) em 1958 (EUA), a *Bibliography of the Philosophy of Technology* (Bibliografia da Filosofia da Tecnologia) em 1973, a série anual que inicia em 1978 do *Research in Philosophy and Technology* (Pesquisa em Filosofia e Tecnologia) e em 1979, a *Association of Science, Technology and Values* (Associação da Ciência, Tecnologia e Valores) e a *Science, Technology and Society* (Ciência, Tecnologia e Sociedade) na Inglaterra, com o primeiro volume de História da Tecnologia.

Essa autonomia reflete em direções distintas que buscam um significado para a Tecnologia e sua relação com a Ciência. Gilbert (1995, p.15) afirma que a Tecnologia frente à Ciência tem dois amplos significados relativos à solução de problemas: “um constituído pelo conjunto de conhecimentos e capacidades para tal fim, e o outro representado por objetos ou sistemas que são produto de seus esforços”. A proposta do autor apresenta-se resumida da seguinte forma:

Quadro 1: Ciência e Tecnologia como exemplo de solução de problemas\*

<b>Modelo geral de solução de problemas</b>	<b>Processo científico</b>	<b>Processo tecnológico</b>
Entender o problema	Fenômeno natural	Determinar a necessidade
Descrever o problema	Descrever o problema	Descrever a necessidade
Considerar soluções alternativas	Sugerir hipóteses	Formular idéias
Eleger a solução	Selecionar hipóteses	Selecionar idéias
Atuar	Experimentar	Desenvolver o produto
Avaliar o produto	Relacionar hipóteses/dados	Provar o produto

Segundo esse autor, em um dado contexto, os conceitos da Ciência são utilizados na Tecnologia e os conceitos de distintas áreas se combinam para respaldar as necessidades dos problemas que pretende solucionar e se redefinem segundo o contexto. Para resolver problemas, utiliza-se a metodologia científica e instrumentos tecnológicos em averiguações concretas; seus resultados são para desenvolver a Tecnologia com êxito. Assim, as atividades científicas e

---

\* Extraído e traduzido de Gilbert (1995, p.19).

tecnológicas poderiam ser organizadas em categorias como propósito, interesse, processo, procedimento e resultado, como se expressa no quadro a seguir:

Quadro 2: Diferença entre a Ciência e a Tecnologia \*

<b>CATEGORIAS</b>	<b>CIÊNCIA</b>	<b>TECNOLOGIA</b>
Propósito	Explicação	Fabricação
Interesse	O natural	O artificial
Processo	Analítico	Sintético
Procedimento	Simplificação do fenômeno	Aceita a complexidade da necessidade
Resultado	Conhecimento generalizável	Objeto particular

Outros autores também buscam sistematizar a diferença entre Tecnologia e Ciência, como Acevedo (1998), que fundamenta sua diferenciação em três critérios baseados em características próprias do conhecimento tecnológico, e estabelece diferenças entre as características do conhecimento científico e tecnológico, ancorado nas idéias de Gilbert (1995); as atitudes face às publicações (artigos versus patentes), a partir do trabalho de Price e Cross (1995) e os propósitos dos laboratórios de pesquisa acadêmica e industrial, segundo Latour e Woolgar (apud GARDNER, 1995a).

De acordo com esses trabalhos, à Ciência cabe analisar, explicar fenômenos e elaborar modelos, enquanto a Tecnologia se ocupa em produzir e sintetizar produtos artificiais. Quem *faz* Ciência procura publicar artigos com a intenção principal de ser reconhecido pela comunidade científica, evitar plágios e obter financiamentos. As produções da Tecnologia são patenteadas e as revistas especializadas constituem seu meio de publicidade. Os locais nos quais se *faz* Ciência são

---

\* Extraído e traduzido de Gilbert (1995, p.19)

destinados à elaboração do conhecimento prático para a aplicação tecnológica. Os Centros de Tecnologia buscam novos processos de fabricação e produtos comerciais melhores. Entretanto, num outro ponto de vista não devem ser desconsideradas parcerias entre indústrias e laboratórios de pesquisa acadêmica de universidades em prol do desenvolvimento científico e tecnológico, ou ainda o esforço dos laboratórios de pesquisa científica para patentear produtos, objetos e processos.

Segundo Reis (1995, p. 46), “a Tecnologia e a Ciência devido às suas características de auto-funcionamento e interação mútua têm tendência para constituir uma super-estrutura autônoma e de vida própria”. Mas, alguns aspectos retratam que nem sempre essa idéia prevalece. Nesse sentido, do ponto de vista da história da humanidade, é possível perceber que há diferenças substanciais entre o passado e o presente, no que se refere à Tecnologia e sua relação com a Ciência. Esse argumento é evidenciado pelo status cultural e acadêmico da Tecnologia frente ao da Ciência (ACEVEDO, 1996; DE VRIES, 1996; GARDNER, 1995b; MAIZTEGUI et al, 2002). Conforme Acevedo (2001, p.1, tradução e grifo nossos),

A Ciência teve sua origem na Grécia clássica, mas tal como se considera hoje é um fenômeno mais recente, podendo datar entre o final do século XVI e começo do XVII. A Tecnologia entendida como Técnica cientificamente fundamentada é ainda mais recente. Até a segunda metade do século XIX, a Ciência não teve praticamente nenhum impacto importante sobre a Técnica. No final do século XIX, coincidindo com a institucionalização e profissionalização da atividade científica, grande parte do mundo ocidental se apropria da Tecnologia exibindo-a como produto da Ciência Pura.

Em sintonia com esse nível de percepção, três critérios são propostos para discutir a relação entre a Tecnologia e a Ciência, quais sejam: a Técnica precede a Tecnologia e a Ciência, a Tecnologia precede a Ciência e a Ciência precede a Tecnologia.

Tratando do primeiro critério, Baptista (1993) refere-se a um mundo de objetos e processos técnicos que precedem a Tecnologia e a Ciência, sem nome ou função definida, mas que constituem elementos que acompanham o patrimônio cultural desde o início de todas as civilizações. Exemplos dessa idéia são as técnicas de pinturas rupestres e a fabricação de bebidas. Quanto a esta última, sabe-se que em sua origem, a fermentação de frutos e cereais consistia em técnica própria de culturas como a egípcia, a babilônica e a assíria. Essas técnicas constituíam-se em ações que se desenvolviam por meio de ensaios e erros (GILBERT, 1995).

São referências, ainda, como acompanhamento do desenvolvimento, chamado *pré-científico*, ou, nas palavras de Baptista (1993), *da técnica à ciência experimental*, o aparecimento dos metais, a metalurgia e o trabalho do ferro, as técnicas alquímicas, o desenvolvimento da indústria têxtil, o moinho hidráulico e a evolução dos utensílios agrícolas, entre outros.

Outro critério consiste no modelo hierárquico da Tecnologia que precede a Ciência, com sua imagem incompleta, sendo sustentado até os dias atuais ocultando as profundas relações que existem entre a Tecnologia e a Ciência (OSÓRIO, 2002; GILBERT, 1992; DE VRIES, 2003; GARDNER, 1997). Um exemplo é a história da introdução dos dados telescópicos na Astronomia, um feito de Galileu Galilei. Chalmers (1994, p. 72) afirma que “num período de três meses, de dezembro de 1609 a fevereiro de 1610, Galileu voltou à luneta que havia construído para o céu. O que viu teve impressionantes implicações na Astronomia e, em especial, na defesa da teoria de Copérnico”.

Não obstante o emprego do objeto e os dados telescópicos obtidos, Galileu não estava de posse de uma *teoria* que explicasse o funcionamento da luneta. Quando questionado, suas argumentações eram insatisfatórias, isto é, não possuía teorias *científicas* prévias que respaldassem os dados obtidos pela luneta e seu próprio funcionamento (CHALMERS, 1994). Outro exemplo é apresentado por De Vries (2003) ao ressaltar que, no desenvolvimento do objeto saca-rolhas, o conhecimento científico tinha uma influência muito limitada.

A Ciência, por outro lado, busca explicações para os fenômenos naturais ou para aqueles produzidos pelo homem, tornando-se tutora da Técnica, na medida que sugere a construção de objetos de medida para identificar novas grandezas físicas e instrumentos de observação. Nessa perspectiva, Vital (1986) cita como exemplo a própria alquimia que, no sentido estrito do termo, era uma prática ou técnica, e como técnica repousava sobre um conjunto de teorias relativas à constituição da matéria, à formação de substâncias inanimadas etc. Essa idéia é reforçada por Rosmorduc (1988, p.73), em seu Ensaio sobre o papel da Mecânica, ao utilizar como exemplos a alavanca, a roda e o relógio, afirmando que “a fabricação da ferramenta mais elementar e sua utilização necessitaram da intervenção de princípios que dependem da mecânica”. Segundo essa visão, o objeto relógio deveria ser “obediente a especificações irreduzíveis”, isto é, o movimento dos astros não acompanha o relógio, mas o contrário deve ocorrer.

A idéia, neste caso, é de supremacia da Ciência sobre a Tecnologia, como processo de obtenção de um produto ou objeto. Esse constitui o ponto de vista mais difundido sobre a relação entre a Ciência e a Tecnologia: “a Tecnologia enquanto Ciência Aplicada como modelo geral para solucionar problemas” (BUNGE, 1980).

Retornando ao exemplo da fermentação, há de se convir que a difusão e manipulação das técnicas buscavam não somente melhorar a qualidade das bebidas mas conhecer o porquê, o

como, a forma de *controlar o processo de fermentação*, entre outros (SHREVE; BRINK, 1980).

Com relação à fermentação, Debré (1995, p. 113) afirma que

[...] durante séculos, foram levantadas tantas questões sobre sua origem – de Deus à equação química – quanto trouxe tantas benfeitorias – o vinho, o pão. Efetivamente, devem-se à fermentação alguns dos principais símbolos de nossos mitos, pelo menos os ocidentais. Os egípcios fabricando cerveja, os gauleses extraindo a pasta das leveduras [...] são práticas ancestrais.

Assim se explica o processo de fermentação por meio do entendimento da atividade dos microorganismos e pelo reconhecimento de que diversas leveduras atuavam diferentemente afetando o meio (SHREVE; BRINK, 1980). Quer dizer, a compreensão do fenômeno químico, dos princípios científicos presentes na fermentação, da ação de microorganismos, de seu controle, entre outros, constituíam um corpo de conhecimentos considerados como “científicos” ou “produzidos pela Ciência”. Esses estudos foram estruturados e sistematizados ao longo da história com trabalhos desenvolvidos pelo químico francês Louis Pasteur, precedido por vários cientistas, entre eles Antoine Laurent Lavoisier, Justus von Liebig, Gay-Lussac, Jacob Berzelius e outros (DEBRÉ, 1995).

A Tecnologia, nessa perspectiva, era analisada como conhecimento prático derivado da Ciência (conhecimento teórico), imagem respaldada no positivismo lógico, pois as teorias científicas eram consideradas conjuntos de enunciados que tratavam de explicar o mundo natural de um modo objetivo, racional e livre de qualquer valor externo à própria Ciência. Gardner (1995a) mostra que Francis Bacon já defendia essa posição, sugerindo a existência de um

caminho direto do conhecimento científico para o produto tecnológico. Equivale comparar a Tecnologia com um conjunto de regras tecnológicas, conseqüentemente deduzíveis das leis científicas. Dessa forma, o desenvolvimento tecnológico depende da investigação científica.

Tais análises refletem-se no fato de a Ciência Moderna apropriar-se, em grande parte, da Tecnologia, subordinando-a e considerando-a uma mera aplicação dos conhecimentos teóricos científicos, posição amplamente defendida por Bunge (1980), ao apresentar os termos *Tecnologia* e *Ciência Aplicada* como sinônimos (GILBERT, 1995). Essa opinião por algum tempo funcionou, ou funciona, como um paradigma<sup>3</sup> para a Filosofia da Tecnologia, o “paradigma da Tecnologia como Ciência Aplicada” (DE VRIES, 2003). Neste, o conhecimento científico era, também, visto como um processo progressivo e acumulativo, articulado com teorias amplas e precisas que substituiriam a Ciência do passado. Às vezes, as teorias científicas podiam ser aplicadas gerando, desse modo, Tecnologias. Nessa perspectiva, a princípio, a Ciência *pura* ou *básica* não teria ligação com a Tecnologia, visto que as teorias científicas eram algo prévio, ou seja, precediam qualquer Tecnologia – relaciona-se assim o terceiro critério: a Ciência precede a Tecnologia.

Não era possível, segundo essa visão, a existência de uma determinada Tecnologia sem uma teoria científica que a respaldasse, mas, ao contrário, poderiam existir teorias científicas sem contar com Tecnologia, ao que Palacios et al. (2001) denominam de *visão intelectualista da Tecnologia*. Essas idéias acenam para outros aspectos, como o fato de que as teorias científicas poderiam – e ainda podem – ser assumidas como neutras e de que ninguém pode exigir responsabilidade aos cientistas pelas suas conseqüências (ACEVEDO, 2001).

---

<sup>3</sup> Uma revolução nos termos de Kuhn.

Nesse enfoque, os objetos tecnológicos baseados na Ciência chegariam a desempenhar, cada vez mais, um papel importante em muitas inovações, originando a chamada *tecnociência*, que se caracteriza pela premissa de que não há progresso científico sem avanço tecnológico e vice-versa.

A autonomia então reclamada pela Ciência e Tecnologia era resultado do otimismo de muitos sobre suas possibilidades de desenvolvimento aliadas à necessidade de apoio por parte da sociedade. Segundo Palacios et al. (2001, p. 120), “a proposta de financiamento da Ciência Básica e do desenvolvimento da Tecnologia propiciou o modelo linear do desenvolvimento”, que teve lugar após a Segunda Guerra Mundial, nos anos da Guerra Fria, quando a tecnociência emerge e se consolida. Echeverría (2001b, p. 222, tradução nossa) esclarece que

[...] a Técnica não está baseada em conhecimento científico, e sim a Tecnologia. Mas, quando o conhecimento científico depende estritamente dos avanços tecnológicos, de modo que não seja possível observar, medir, nem experimentar sem recorrer a grandes equipamentos, então estamos falando de tecnociência.

A emergência da tecnociência sugeria um certo otimismo para alcançar a autonomia da Ciência e da Tecnologia. Essa emergência derivava-se, entre outros aspectos, da observação do impacto dos efeitos negativos desde a Revolução Industrial até a atualidade. O mundo presenciou as conseqüências benéficas do desenvolvimento científico e tecnológico, ao mesmo tempo em que aconteciam desastres como resíduos tóxicos, acidentes nucleares, derramamentos de petróleo e muitos outros. As pessoas percebem o poder emancipador alcançado por tal desenvolvimento,

assim como a satisfação de suas necessidades e bem-estar. Em contradição com esse poder procura-se adaptar o ambiente, intervindo e submetendo-o a seus desejos. Para Echeverría (2001a), era imprescindível rever a autonomia tão aspirada pela Tecnologia e pela Ciência.

A sociedade adota diferentes posições ante esses fenômenos, em distintos níveis, uns mais filosóficos e outros mais ligados ao senso comum. Essas posições, segundo Manzano (1997, p. 23, tradução nossa) podem ser

*Posição tecnófoba:* baseia-se em manifestação perniciosa relativa à industrialização, como a exploração da mão-de-obra, modelo de trabalho penoso e degradante perante o artesanal ou o agropecuário. Incorpora fatores negativos dos desenvolvimentos científico e tecnológico, responsabilizando a desumanização do trabalho e do desemprego, o desastre ecológico e a crise geral dos valores da sociedade moderna. Alenta uma visão apocalíptica do desastre ecológico e social, os quais não podem ser controlados nem mesmo pelo homem<sup>4</sup>.

*Posição tecnófila:* identifica-se com a confiança e bondade intrínseca na Ciência, com seu potencial esclarecedor, e na Tecnologia com seu poder de resolver todos os problemas da humanidade, exaltando os benefícios do progresso com os avanços da medicina, agricultura e indústria, podendo ser estendidos a toda a população. Já as conseqüências negativas podem ser facilmente corrigidas.

*Posição intermediária:* onde a Tecnologia pode ter simultaneamente efeitos positivos e negativos, e que se deve procurar aumentar os primeiros em detrimento dos outros. Esses aspectos dependem de como se utiliza e promove o uso de valores de âmbito ético e político, como, por exemplo, o movimento ecologista.<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> A posição tecnófoba encontra sua base no Movimento Ludita, que teve seu auge entre 1811 e 1816. Esse movimento extremamente organizado e disciplinado tinha grande apoio, pois a população se encontrava amargurada com as reduções salariais, exploração infantil e supressão das leis que protegiam os trabalhadores qualificados. Todo esse descontentamento se expressou na destruição de máquinas, principalmente da indústria têxtil (PALACIOS et al., 2001).

<sup>5</sup> O ecologismo reconhece a irreversibilidade da civilização científica e tecnológica e propõe, de certo modo, a busca de um novo equilíbrio dentro da relação tecnologia-natureza, dando relevância ao estabelecimento de valores sociais e políticos que sirvam para a tomada de decisões sobre as opções de desenvolvimento econômico e tecnológico.

Tais posicionamentos, por sua vez, encontram formas de divulgação por meio da literatura, arte cinematográfica e a publicidade. Como afirmam Campanario, Moya e Otero (2001, p.45), “a publicidade é um dos fenômenos característicos do nosso tempo e é um dos elementos que serve para moldar a opinião dos cidadãos e para criar hábitos de comportamentos”.

Esses autores defendem que freqüentemente a Ciência e a Tecnologia aparecem associadas a veículos de publicidade com *autoridade* para garantir a qualidade e segurança dos produtos que anunciam. No Brasil, em propaganda sobre um objeto de uma empresa telefônica, veiculada em alguns canais de televisão (FIBRA...2001, grifo nosso), aspectos positivos são massivamente apresentados, de modo a exaltar seus efeitos benéficos, provocando, em consequência, a alienação da população:

Fibra ótica, o que é fibra ótica? É um fiozinho brilhante que a (nome da empresa) já colocou em mais de um milhão de quilômetros pelo Brasil.  
Fibra ótica é o que faz a Glorinha de Ilhéus falar com a mãe dela lá no interior de Alagoas. É para antes do jogo, o Rodolfo que é torcedor do Sport apostar com o Eduardo, atleticano roxo. Fibra ótica é para falar com sotaque carioca e ouvir paraibano. É coisa que a (nome da empresa) já colocou um montão, mais que qualquer outra. E quanto mais ela coloca mais ela vê que tem que colocar neste país grandão que a (nome da empresa) ajuda a crescer.  
Fibra ótica é isso, não é coisa que eu e você temos que compreender.  
Afinal quem tem que entender de tecnologia é a (nome da empresa), que tem engenheiro. A gente tem mesmo é que usar, igual a qualquer brasileiro.

Esse comercial demonstra a invasão de objetos tecnológicos na sociedade, a desvalorização da imagem da Tecnologia, sendo essa, um conhecimento específico para um grupo restrito de pessoas – os engenheiros. Sustenta, no entanto que não é necessário conhecer os

princípios que permeiam o objeto nem suas conseqüências, mas apenas usufruir dele. A publicidade constitui um veículo formador de opinião e, neste caso, vem ressaltar não só a utilidade dos objetos tecnológicos mas também reforçar o descaso pelo conhecimento tecnológico e científico.

No início deste capítulo foi lembrado que para falar na incorporação da Tecnologia na Educação Básica é necessário explicitar seu significado. As reflexões reforçam que não existe um único significado para o termo, e este, por sua vez, é influenciado pela relação com a Ciência.

Apesar de sua crescente importância na sociedade, a Tecnologia, dada a sua natureza, requer uma atenção especial, porque a compreensão de sua essência é fundamental para o seu desenvolvimento conceitual no currículo (LEWIS, 1991). Nessa linha de pensamento, a visão de Tecnologia possui uma estreita relação com seu ensino. Assim sendo, de acordo com a visão da definição de Tecnologia, por exemplo, como objeto de subordinação à Ciência, o ensino poderá ser orientado no sentido da construção de objetos que exemplifiquem teorias científicas estruturadas.

### **1.3 Reflexões sobre a influência do significado da Tecnologia no ensino**

Nesse percurso reflexivo, dois pontos de vista serão discutidos: o ensino de técnicas como categoria de procedimentos e o ensino baseado no caráter teórico-prático.

O ensino de técnicas vem sendo entendido como trabalho manual passado de geração a geração, a exemplo do ofício de ferreiro, sapateiro etc. Segundo Manzano (1997), durante o

Renascimento, devido ao desenvolvimento do comércio e da produção de bens, especialmente durante o século XV, quando começa a desestruturação do sistema gremial – grêmios, pequenas sociedades ou organizações –, desenvolve-se, entre outros, o trabalho domiciliar e são criadas grandes oficinas.

A aprendizagem da técnica passa a ser uma das vias de formação de trabalhadores assalariados. Parte dos artesãos se converte em patrões e o aumento da necessidade de formação de pessoal para o comércio e para as empresas de manufatura provoca o aparecimento de escolas para diferenciar os produtores dos gestores.

Com a Reforma Protestante, o desenvolvimento da manufatura e do Capitalismo durante os séculos XVI e XVII introduzem uma profunda mudança na valorização do trabalho, outorgando-lhe uma dimensão social: “o trabalho é essencial para a produção de mercadorias no nascente capitalismo, e a moral protestante o converte em um dever individual que facilita a *salvação*” (MANZANO, 1997, p. 32). Nessa época, a educação técnica, sem propósitos profissionais, vem preconizada na obra de Thomas Morus (apud BAIGORRI, 1997, p. 34), ao pregar que “todos os indivíduos aprendam ofícios agrícolas e industriais para poder romper com a dicotomia campo cidade”.

Para Manzano (1997), a exaltação do papel dos ofícios, reflexo de uma necessidade objetiva da manufatura, tem grande influência na multiplicação das escolas das empresas e corporações. O surgimento da burguesia traz consigo o desenvolvimento do ensino primário e a exigência de maior qualificação dos trabalhadores industriais. Não se fazia menção à Tecnologia, mas, sim, à transmissão da Técnica, como procedimento ou preparação para o trabalho mecânico, estando distante, portanto, da Ciência.

Vargas (1994) relata que, no Brasil, apesar de José Bonifácio, Patriarca da Independência, ter-se referido à Tecnologia como Técnica, é somente depois da metade do século XIX que surge a instalação de cursos, como a Escola Militar do Rio de Janeiro, a Escola de Minas, em Minas Gerais e a Escola Politécnica do Rio de Janeiro e de São Paulo. Inicialmente, esses cursos tinham como objetivo o estudo da preparação e fabricação de materiais de construção, ferramentas, a formação de trabalhadores e a descrição de técnicas.

O segundo ponto de vista é o do ensino baseado no caráter teórico-prático. A ênfase, segundo Cajas (2001), está na atividade tecnológica precedida pela Ciência, ou posterior a ela, e nas formas como se deve organizar o ensino. Distingue-se em duas fases bem diferenciadas: a teórica, que corresponde à análise conceitual e esboço do produto, objeto ou processo em estudo, e a prática como produção. A aula de Tecnologia constitui-se no espaço de *treinamento*, na realização dos processos, construção de protótipos esboçados previamente de forma *científica e conceitual*.

Nessa perspectiva, na aula teórica, seriam ensinados aspectos conceituais das disciplinas que envolvem a Ciência e Tecnologia (teorias, princípios, leis para o caso do ensino de Ciências e proposição de problemas, cálculos para sua resolução, esboço dos possíveis protótipos para o caso do Ensino de Tecnologia). No laboratório seriam desenvolvidos momentos práticos das *Ciências e das Tecnologias*, recriando procedimentos experimentais que provariam a *verdade* do que foi aprendido na aula teórica (GORDILLO; GALBARTE, 2002).

Esse enfoque resulta um tanto pobre para alunos e alunas, pois leva ao reducionismo da aplicação de conceitos científicos a objetos, produtos e/ou processos, sem propiciar significação ao aluno ou à aluna sobre o propósito de seu estudo. Tal visão fundamenta-se na aceitação da supremacia das aulas teóricas, no caso as de Ciências sobre as de Tecnologia, ao enfatizar

somente o treinamento de procedimentos, esboço e desenvolvimento do objeto tecnológico ou processo, *baseado em conhecimentos científicos*. Segue, portanto, a idéia de subordinação, que, nas palavras de De Vries (2003), se traduz na máxima: “exalta-se a Tecnologia como Ciência Aplicada”.

Nessa concepção, em geral, são considerados isolados o saber e o fazer, a teoria e a prática, o trabalho intelectual e o trabalho manual ou a Ciência Pura e a Ciência Aplicada. Segundo Coll et al. (2000), essa espécie de divisão dicotômica das atividades humanas está muito arraigada em nossas culturas e tal distinção costuma ser acompanhada de um preconceito extra de que algumas atividades valem mais do que outras; têm maior peso específico social ou cultural.

Assim, se a Tecnologia for vista como produção de objetos e processos, então a Ciência assumirá um caráter universal, e a Tecnologia poderá estar em qualquer contexto, sendo útil em todos os lugares. Essa posição constitui também uma limitação, já que uma Ciência universal corresponderia a uma Tecnologia que produz objetos e processos eficientes de caráter universal, sendo possível sua transferência sem considerar fatores sociais, ambientais, ou a preparação dos trabalhadores, por exemplo. Os efeitos da transferência de Tecnologia indiscriminada de outros contextos culturais resultam muitas vezes negativamente (CAJAS, 2001). Um exemplo seria a construção de uma usina nuclear em outro país, como no caso da Usina Nuclear de Angra 3, no Estado do Rio de Janeiro. A instalação da usina causou insatisfação na sociedade, que a criticou devido aos temores de contaminação (ANGRA 3..., 2001).

Outra limitação do ensino de caráter teórico-prático é considerar apenas as dimensões físicas do objeto ou do produto em estudo. Os objetos televisão e/ou rádio são considerados meios de comunicação social. Segundo esse ponto de vista, na aula teórica, seriam analisados os diferentes elementos que constituem o aparelho, a composição química dos materiais que garante

a resistência, eficiência e baixos custos, os fenômenos eletromagnéticos que permitem a decodificação do sinal, entre outros. Na aula prática, os alunos e as alunas poderiam desmontar aparelhos de rádio ou de televisão, testar as propriedades químicas e físicas dos materiais que compõem o objeto etc. Nesse enfoque reducionista, seriam apenas determinados os componentes que foram discutidos na aula teórica, desconsiderando-se a função cultural e social do objeto, a forma como funciona, os tipos desenvolvidos durante a história etc. (GILBERT, 1992; LAYTON, 1988).

A visão de que objetos materiais devem ser construídos baseados em conhecimentos seguros, universais e aplicáveis a qualquer contexto, e que os processos são aperfeiçoados para obter melhores produtos, reflete-se no fato de que sua evolução vem guiada pela capacidade de cumprir funções com maior eficiência, o que vale dizer menor custo.

Assim, se fosse inserida a História da Tecnologia esta se resumiria em uma sucessão guiada pelo princípio de sempre melhorar o anterior, fazendo-o mais eficiente e mais útil. Quer dizer, ao explicar a evolução da Tecnologia deve-se evitar a redução como apresentação progressiva da eficiência dos processos e objetos. Analisar os objetos tecnológicos sem considerar como surgiram e quais as condições de elaboração, falseia a natureza da atividade tecnológica por não considerar os fatores sociais, históricos e culturais envolvidos (GORDILLO; GALBARTE, 2002).

Outra limitação do ensino de caráter teórico-prático seria considerar a Tecnologia como tarefa individual em detrimento do trabalho em equipe. Além disso, as controvérsias valorativas como ética, política, estética, interesses e opiniões seriam externos à atividade tecnológica. Discutir a importância dessa atividade retrata, na educação, o valor de educar, já que seu objetivo

não se resume em formar autômatos. Os alunos e as alunas, sendo usuários de objetos tecnológicos, deveriam ser consultados sobre os assuntos que envolvem a Tecnologia.

Questões como a construção de uma usina nuclear, refinaria de petróleo, indústria de ácido sulfúrico, uma ponte para evitar que seja destruído o meio natural, conservar embriões humanos, desenvolver a clonagem humana, desconectar um aparelho que mantém vivo um ente querido estão no centro das atividades tecnológicas e não devem, de modo algum, ser consideradas neutras.

Ainda no campo do ensino da Tecnologia constitui-se mais uma limitação o desafio de sua própria (re)definição, já que hoje mais do que Tecnologias fala-se de *Novas Tecnologias*. Estas parecem diferir das primeiras, incluindo as de informação, comunicação, biotecnologias e outras, o que supõe uma redefinição de seu significado.

Os pontos apresentados até o momento, mostram que as visões de Tecnologia influenciam em seu ensino. Dessa forma, com relação ao espaço educativo desta pesquisa – o Ensino de Química –, em geral, a Tecnologia vem relacionada a um processo específico de obtenção de um determinado produto ou uma nova matéria-prima para obtenção de novos produtos. Entretanto, tal posição corresponde ainda a uma visão reduzida, já que desconsidera os contextos sociais, históricos e culturais, em que acontece o processo, ou por que se obtém um dado produto. Talvez, mais do que conhecer ou assumir um significado sobre a Tecnologia seja mais relevante refletir em que medida as distintas percepções, ou pelo menos as mais usuais, influenciam no ensino; em particular no ensino de Química.

A reflexão sobre esses pontos leva a procurar conhecer quais as tendências para a incorporação da Tecnologia na Educação Básica e em especial na disciplina de Química do Ensino Médio.

## **CAPÍTULO 2 TECNOLOGIA: UMA NOVA DISCIPLINA ESCOLAR OU TEMÁTICA DE ENSINO?**

Nos últimos anos, países como Argentina, Espanha, Inglaterra, Estados Unidos, Austrália e outros têm introduzido explicitamente a Tecnologia no currículo escolar geral, baseando-se no modelo da UNESCO, talvez justificado pelo fato de esse modelo ser amplamente aceito pela sociedade.

A inclusão da Tecnologia como consequência educacional emergente (LAYTON, 1988; GILBERT, 1995; FRAGA, 2003) reflexo, entre outros, de uma sociedade repleta de avanços tecnológicos visa contribuir com a alfabetização científica e tecnológica (ACT) das pessoas. A justificativa para tal decisão está no fato de se constituir um dos temas que permite contextualizar e construir os conhecimentos com o mundo do trabalho, uma vez que se insere na educação como processo que integra seu uso nas várias áreas do conhecimento humano (MEDWAY, 1989).

Nessa perspectiva, sua inclusão, como preparação do educando para as diversas profissões, coloca-se sob a denominação de Educação Tecnológica (HALL; BANNATYNE, 1999). Em decorrência, surge o seguinte questionamento: na prática, segundo esse objetivo educacional, o que seria ensinado sobre Tecnologia aos alunos e às alunas?

A resposta a essa questão será contemplada neste capítulo em que serão apresentados os argumentos do movimento de incorporação da Tecnologia nos currículos da educação geral, as modalidades mais difundidas e a orientação para o Ensino de Química apontada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais, segundo a reforma educacional brasileira para o Ensino Médio. À luz

desses argumentos, será discutida a temática sugerida por meio da qual entende-se como possibilidade de trabalhar a Tecnologia no ensino da Química no nível médio.

## **2.1 Reflexões sobre a inclusão da Tecnologia nos currículos da Educação Básica**

Apesar de a proposta de incorporação ser geral, a discussão será aqui direcionada para o ensino de Ciências, mais especificamente para o ensino de Química. Autores ressaltam a necessidade de se prestar mais atenção à ACT dos alunos e alunas nos diversos níveis de ensino (BUCH, 2003). Essa preocupação vem expressa em diversos trabalhos e investigações como, por exemplo, na pesquisa desenvolvida por Gilbert (1995), em que se apontam os seguintes resultados:

- a) Nas aulas de Ciências, seja Física, Química ou Biologia, faz-se referência à Tecnologia basicamente como produtos. A relação entre os princípios tecnológicos e científicos de um produto ou do processo de produção é apresentada como exemplo da Ciência. O ensino, em geral, inicia a partir da associação da Ciência a um objeto tecnológico particular de duas formas principais, seja apresentando os conceitos científicos presentes no objeto ou simplesmente como exemplificação dos resultados dos conhecimentos da Ciência.

- b) Os conceitos científicos são apresentados como relevantes para os resultados tecnológicos. A inclinação da Tecnologia seria limitada à seleção e profundidade do tratamento prévio dos conceitos da Ciência, ressaltando a Tecnologia como Ciência Aplicada.
- c) O ensino de Ciências segue uma discussão restrita dos resultados tecnológicos. Quer dizer, no resultado de um processo – como, por exemplo, o refrigerante gaseificado – são abordados conceitos químicos de sua produção, a forma dos aparelhos etc., estando ausentes fatores econômicos, sociais e ambientais.

Uma alternativa, segundo o próprio autor, para minimizar esses problemas seria a inclusão da Tecnologia, como um recurso colaborador para uma educação mais geral, assim, Gilbert (1992, p. 566, tradução nossa) apresenta 3 argumentos para justificar tal introdução:

A Tecnologia é a base da atividade industrial que inclui diversos tipos e estágios de sofisticação.

O Ensino da Tecnologia contribui para a tomada de decisões referente a atos tecnológicos.

A Tecnologia por si só distingue a realização humana.

O primeiro argumento, de caráter econômico, pode ser justificado pelo fato de relacionar-se a imagem da indústria com um futuro posto profissional. Essa idéia vem apoiada tanto pelo setor produtivo como, por vezes, pelo governamental. O ensino da Tecnologia poderia despertar

o interesse nos jovens e criar uma imagem positiva ou propiciar informações sobre as atividades profissionais na indústria, estimulando-os a uma maior procura por esse campo de trabalho (MEDWAY, 1989; FLEMING, 1989). Nesse sentido, muitos eventos enfocam esse tipo de proposta como o *Proceedings of the Internacional Conference on Industry-Education Initiatives in Chemistry*, que aconteceu em York, no *Chemical Industry Education Center*, em 1995 (GIACHARDI, 1995; IURY, 1995; KEY, 1995).

O segundo argumento, de caráter social, pode ser justificado pelo uso da Tecnologia, já que as pessoas diariamente são chamadas a tomar decisões sociais e/ou econômicas, o que requer um suporte de informações sobre as conseqüências do uso da Tecnologia, seja esta atual ou produzida no passado.

E, por fim, o terceiro argumento, de caráter educativo, considera-se, segundo Gilbert (1992) que só o fato de formar uma consciência tecnológica para analisar a complexidade da atividade tecnológica já seria o suficiente para incluí-la no currículo. Nesse sentido, o ensino da Tecnologia poderia fornecer dados para discernir melhor sobre o uso, conseqüência e controle pelas pessoas dos objetos tecnológicos, sendo estes vistos como produtos disponíveis nos lares e locais de trabalho. Assim, a introdução ao uso consolidaria a preparação para o futuro. Tais posições, oriundas da relação trabalho-educação, avançam com tentativas de incorporar os conteúdos da Tecnologia nos programas oficiais da Educação Geral.

Outra posição, sobre o argumento de caráter educativo, defendida por muitos autores (GILBERT, 1995; UTGES et al., 2001; CAJAS, 2001; LEWIS, 1991; MEDWAY 1989; LAYTON 1988; ZOLLER; WATSON, 1974) é a de que o ensino da Tecnologia contribui com a educação científica. Nesse sentido, a justificativa é baseada no elevado grau de abstração das Ciências – Física, Química ou Biologia – que afasta os jovens da continuidade dos estudos nessas

áreas do conhecimento. O ensino da Tecnologia constituiria uma forma de minimizar a distância, motivando e despertando o interesse nos jovens, e a introdução da Tecnologia como parte da educação científica poderia ser vista como uma intensificação da relação entre ambas. Como afirma Gilbert (1995, p. 23, tradução nossa),

[...] uma tendência geral do pensamento educativo na última década tem destacado uma série de idéias relacionadas entre si, entre elas uma escolaridade que ofereça boas oportunidades para uma educação construtiva e uma aprendizagem eficaz que contribua consideravelmente ao desenvolvimento dos estudantes a longo prazo.

Mais uma justificativa para o argumento de caráter educativo de Gilbert (1992), apontada por diversos autores, está voltada para aspectos humanísticos. Para eles, a Tecnologia faz parte desse contexto, sendo fruto das inter-relações humanas, pois o homem cria, recria e se beneficia de sua própria realização exposta na sociedade (GRISPUN, 1999; WOOLNOUGH, 1990; GARDNER, 1995a; 1997).

Para situar as discussões sobre a incorporação da Tecnologia no currículo da Educação Básica, alguns pontos são destacados.

Por iniciativa da UNESCO, realizou-se, em 1981, o *International Congress of Science and Technology Education*. Tal evento contou com ampla participação mundial que visava discutir a Educação Científica e Tecnológica e sua relação com o desenvolvimento nacional.

Nesse encontro, ressaltou-se que as economias crescentemente tecnificadas têm provocado uma desmaterialização do trabalho, e é sugerido que a noção de *especialização*

*profissional* seja reformulada para outra mais ampla e sofisticada, capaz de tornar as pessoas aptas a enfrentar numerosas situações e a trabalhar em equipe (HALL; BANNATYNE, 1999). O que se observa nos documentos oriundos desse evento é que há uma clara distinção entre *treino* e *educação* nos campos científicos e tecnológicos, sublinhando a importância de desenvolver o aspecto educacional.

A ênfase, então, é para uma formação integral, sobressaindo-se a Tecnologia como parte da Educação Básica (UNESCO, 2003), com a finalidade de não formar para uma única profissão, mas, sim, preparar para todas as profissões (BAPTISTA, 1993). Nessa perspectiva, acena-se para a necessidade de organizar um currículo integrado, para promover conexões entre os conteúdos das áreas do conhecimento, isto é, os conceitos ensinados em Matemática, Ciências, Linguagens, Artes e *Tecnologia* devem levar os estudantes a fazer conexões com o conhecimento para a resolução de problemas.

Baseado nessas orientações, nas décadas de 80 e 90, surge um movimento que defendia a incorporação do ensino da Tecnologia nos currículos da Educação Básica, denominada de Educação Tecnológica, sendo precursores países como Inglaterra, Estados Unidos, Portugal, Espanha e França (UNESCO, 2003; SJØBERG, 2003; PILOT, 2002; GILBERT, 1992; BAPTISTA, 1993; REIS, 1995; ACEVEDO, 1996). Acreditava-se que a Educação Tecnológica constituiria um dispositivo escolar que minimizaria o caráter teórico, elitista e alheio às atividades comuns da vida prática.

Países como a Inglaterra iniciaram o debate para a introdução da Tecnologia no currículo nacional, em 1987, sugerindo que “as escolas inglesas não estavam preparando adequadamente os alunos e as alunas a compreender, participar e usufruir os avanços tecnológicos da sociedade atual” (ALLSOP; WOOLNOUGH, 1990, p. 127). Cresce na França, Inglaterra, Estados Unidos e

Portugal, entre outros, a introdução de disciplinas de Tecnologia nos diversos níveis de escolaridade, com ênfase na combinação da teoria com a habilidade manual (BAPTISTA, 1993).

Lewis (1991) adverte que a introdução da Tecnologia nos currículos da Educação Básica é problemática, devido à complexa área conceitual que não permite articulá-la plenamente, e questiona sobre os conteúdos a serem selecionados, já que existem *muitas Tecnologias* chegando, as *Novas Tecnologias* (LEWIS; GAGEL, 1992). Nesse sentido, para minimizar essa questão, e favorecer uma maior potencialidade para trabalhar a Tecnologia, sugere-se que os currículos que pretendem incluí-la considerem os seguintes componentes:

- a) *componente científico e tecnológico*: que realça as relações mútuas entre a Ciência e a Tecnologia. Considera que a Tecnologia, por sua vez, utiliza numerosos conceitos científicos que são re-elaborados e reconstruídos para serem adaptados ao contexto tecnológico;
- b) *componente histórico-cultural*: que considera a relação entre as técnicas desenvolvidas pela humanidade e as mudanças que estas provocam no meio natural;
- c) *componente organizativo-social*: que considera a Tecnologia como fator que influencia as formas de organização social;
- d) *componente verbal-icnográfico*: que ressalta a especificidade dos símbolos, vocábulos e linguagem da Tecnologia;
- e) *componente técnico-metodológico*: o conjunto de capacidades e destrezas técnicas necessárias para manipular os instrumentos, fabricar produtos tecnológicos ou realizar procedimentos e estratégias necessários para resolver problemas em situações concretas.

Apesar da euforia de muitos com relação à incorporação da Tecnologia na Educação Básica, esse processo evidencia pontos frágeis que traduzem as contradições dessa incorporação nos currículos. Posicionamentos contrários à inclusão de disciplinas como a de Tecnologia no currículo, esclarecem que sua incorporação redundaria no excesso de disciplinas, o que seria um problema, já que há uma tendência de standardização de disciplinas preestabelecidas como essenciais, levando a disciplina Tecnologia a aumentar tal número. Além disso, alegam a ausência de professores preparados para o ensino da Tecnologia, os poucos recursos físicos e materiais didáticos, a idade dos alunos, a ausência de uma filosofia coerente da Tecnologia, enfim, todos esses fatores que impedem sua incorporação no currículo escolar (ALLSOP; WOOLNOUGH, 1990). Segundo esse ponto de vista, sinaliza-se para a influência das distintas visões sobre a Tecnologia como um elemento que norteará seu ensino.

Ressalta-se, assim, a insuficiência da clareza do significado da Tecnologia, a difusão e aceitação do modelo de Ciência Aplicada, o forte componente prático em detrimento do científico e a idéia de promover o desenvolvimento econômico nacional por meio do sistema educativo, isto é, reveste-se o Ensino Profissionalizante com o nome de Educação Tecnológica. Vale ressaltar que durante muito tempo a Tecnologia era vista como sinônimo de disciplina técnica, associada à preparação de uma arte ou profissão (LAYTON, 1988), não sendo aceita nos currículos escolares. Por tais características, deslocou-se para as escolas técnicas com propósitos profissionalizantes, destinada a alunos *menos capazes*, que revelavam dificuldades de continuarem os estudos, indo assim engrossar a massa trabalhadora (KUENZER, 1997).

No Brasil, a inclusão das disciplinas de Tecnologia, de forma específica, acontece no Ensino Profissionalizante, com a criação das escolas técnicas. Mas com o Decreto n.º 2.208/97, este separa-se do Ensino Médio. A Educação Profissionalizante, reconhecida como Educação

Tecnológica, renova-se nas reformas educativas brasileiras mantendo seu conteúdo e sua forma (KUENZER, 1997) e apresentando-se com o objetivo de “promover a transição entre a escola e o mundo do trabalho, capacitando jovens e adultos com conhecimentos e habilidades gerais e específicas para o exercício de atividades produtivas” (BRASIL, 1997). Salvo as *nobres intenções* desse documento, a questão reforça, mais ainda, as diferenças entre as classes sociais intensificando o caráter excludente.

Nos Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFETs), o Ensino Médio agora separado do profissionalizante, incorpora disciplinas em Tecnologia nas três séries como ferramentas para a formação de habilidades específicas. A exemplo do CEFET-Natal, o qual introduz, na 1ª série do Ensino Médio, a disciplina desenho técnico e informática, e para os cursos profissionalizantes, disciplinas específicas de formação técnica.

Nas escolas públicas e privadas, no Ensino Médio – agora a etapa final da Educação Básica – a Tecnologia vem incorporada às disciplinas que compõem cada uma das três áreas do conhecimento, a saber: Ciências da Natureza e Matemática, Ciências Humanas e Linguagens e Códigos. Cabe ressaltar que não é interesse desta pesquisa entrar na discussão sobre a fragilidade dessas mudanças nem tampouco no que se refere ao Ensino Profissionalizante, mas sinalizar para a presença da Tecnologia como finalidade educativa, que, a partir da reforma educacional brasileira para o Ensino Médio, faz parte dessas áreas, e que, bem ou mal, se encontra definida. A questão é, então, saber como trabalhar o ensino da Tecnologia.

## 2.2 As modalidades de Ensino da Tecnologia

Como já foi mencionado, o modelo de ensino da Tecnologia adotado em cada local depende, entre outros pontos, de sua tradição pedagógica e educativa (MANZANO, 1997; GILBERT, 1992). Na Argentina, por exemplo, pesquisadores ressaltam diferentes perspectivas do ensino da Tecnologia, relacionadas com distintas visões de seu significado e de sua relação com a Ciência (UTGES et al., 2001). O ensino pode ser, dessa forma, orientado para atividades manuais e aquisição de técnicas (curso técnico-artesanal<sup>6</sup>), ou conhecimentos específicos, sem contemplar os aspectos éticos (curso baseado na aquisição de conhecimentos disciplinares específicos), ou integrado a outras disciplinas para a resolução de problemas (curso baseado na pedagogia de projetos) ou por meio da Filosofia e História da Tecnologia (curso que enfoca a alfabetização tecnológica).

Em investigações desenvolvidas na Suécia, Portugal e Inglaterra sobre o ensino de Tecnologia, mostraram-se que os professores relacionavam-no com a produção de materiais, ou com o ensino por meio de atividade prática, ou como extensão das experiências de laboratório nas disciplinas de Ciências (REIS, 1995).

Lewis (1991), entende que o ensino de Tecnologia deve propiciar formas para que as pessoas possam examinar e questionar idéias sobre o progresso resultante da Tecnologia, seus benefícios, custos de desenvolvimento, modelos econômicos que envolvem seu uso, as decisões

---

<sup>6</sup> Denominações dos cursos são dados pelos autores, segundo as distintas orientações do ensino da Tecnologia.

pessoais relacionadas ao consumo dos produtos da Tecnologia e as decisões tomadas pelos gestores, entre outras.

Nessa perspectiva, dois aspectos são considerados, em geral, nas propostas de ensino da Tecnologia: o desenvolvimento da capacidade acerca de sua função, aplicações e implicações na sociedade e o desenvolvimento de consciência pessoal, de forma que cada indivíduo possa se envolver ativamente no processo tecnológico (REIS, 1995). Para tanto, dois conceitos são necessários para seu entendimento: a capacidade e a consciência tecnológicas.

A capacidade tecnológica relaciona-se com o saber fazer e agir. Envolve a integração de processos, conceitos, conhecimentos e aptidões. Todavia, o domínio de partes individuais desses não significa a capacidade tecnológica, mas o uso eficiente associado à capacidade de reconhecer e fornecer respostas. A consciência tecnológica relaciona-se com o uso crítico e a avaliação da Tecnologia, ou seja, o conhecimento e a capacidade para selecionar, utilizar devidamente, para, então, verificar e avaliá-la em dado contexto.

Duas tendências, pois, prevalecem em diversos programas, a Tecnologia como *disciplina* (UTGES et al., 2001; CAJAS, 2001; REIS, 1995; BAPTISTA, 1993), que pode incluir a introdução ao trabalho manual ou como tema *articulado*, podendo ser de duas modalidades, uma baseada no enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (ACEVEDO, 2001; OSORIO, 2002; VILCHES; FURIÓ, 2000) e outra como tópicos articulados a outras disciplinas da área de Ciências (ACEVEDO, 2003; ALLSOP; WOOLNOUGH, 1990; GILBERT, 1992; LAYTON, 1988).

A incorporação da Tecnologia como disciplina específica ou independente enfoca como objetivo a introdução do aluno ou da aluna no trabalho manual ou na preparação para futuro posto de trabalho (PETRINA, 1998; STERN, 1991). É defendida por muitos organismos no

sentido de conceber uma maior integração entre a educação geral e a formação profissional com uma visão para o futuro (IURY, 1995).

Um aspecto a ser ressaltado é que apesar da inclusão da Tecnologia no currículo ser apontada por muitos como uma nova tendência ou como uma discussão atual, essa idéia não é tão nova assim. Como exemplo de disciplina específica, já no século XVIII, o professor alemão Johann Beckmann introduziu, nas aulas de Ciências de um curso Superior, o estudo da Tecnologia por meio de demonstrações teórico-práticas e visitas a fábricas. Além disso, publicou, em 1777, o livro *Instrução sobre a Tecnologia* (MANZANO, 1997, p. 35). Outro exemplo é o do químico Louis Pasteur, que, em 1854, no cargo de diretor da Faculdade de Ciências de Lille – França, introduziu a Tecnologia nos cursos de Ciências, com o objetivo de preparar os alunos para a iniciação nos trabalhos da indústria (DEBRÉ, 1995).

O enfoque desse modelo está fundamentado no argumento econômico proposto por Gilbert (1992), que considera a força do processo descrito como *educação para a tecnologia* – baseado no aspecto técnico do modelo de Pacey.

Nessa tendência, a educação envolve tanto os resultados tecnológicos como os processos, visando formar trabalhadores para futuros postos de trabalho. Assim, o objetivo da disciplina vem relacionado à ação prática baseada no modelo tarefa-ação-capacidade, centrando-se no desenvolvimento da capacidade tecnológica, conforme propõem Balck e Harrison (apud REIS, 1995) na Figura 2 a seguir:

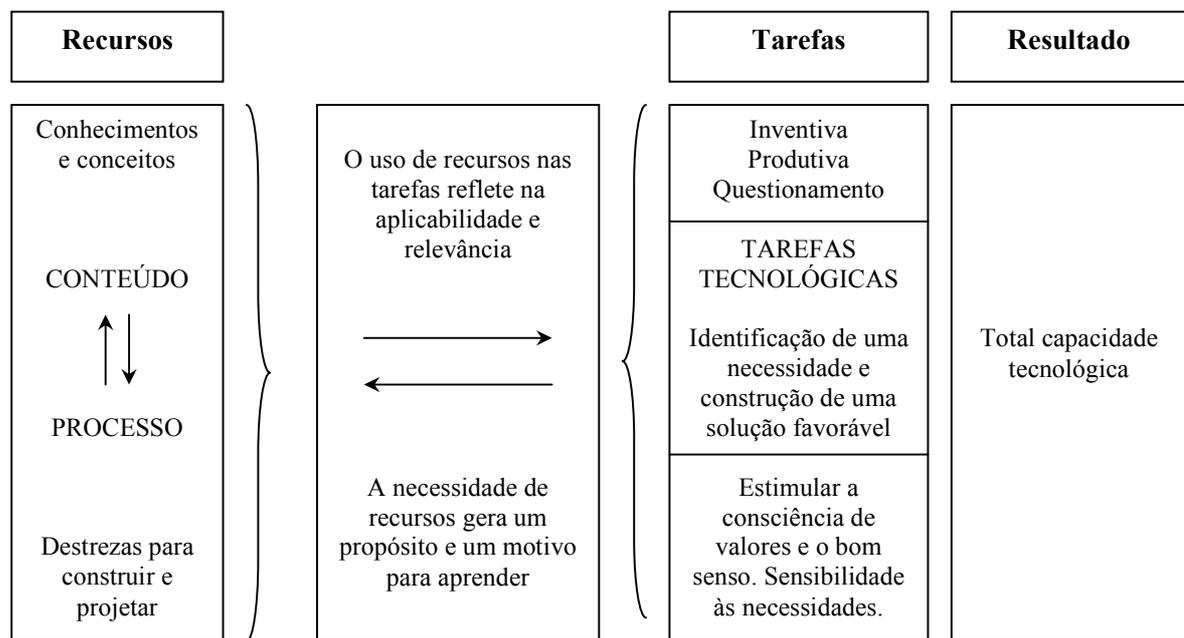


Figura 2: Modelo tarefa-ação-capacidade para o Ensino da Tecnologia<sup>7</sup>

Esse modelo demonstra que o uso de conhecimentos e aptidões deve ser inseparável, constituindo uma fonte importante para as tarefas tecnológicas. A maior limitação dessa perspectiva é reforçar a visão determinista do desenvolvimento tecnológico, a *Tecnologia como Ciência Aplicada*, pois está centrado em questões puramente técnicas, tais como produtos e processos tecnológicos (CASALDERRY 1987; 1989; GARCÍA, 1998; SOLBES; GARCÍA, 1993). O significado da Tecnologia, nesse modelo, está baseado na aplicação dos conhecimentos científicos para produzir objetos com a intenção de melhorar a qualidade de vida das pessoas ou fazer uso destes como incremento para gerar conhecimento.

<sup>7</sup> Extraído de Reis (1995).

Apesar das limitações citadas, alguns autores defendem a idéia de que a intencionalidade desse modelo volta-se para o fato de que a formação integral dos alunos e alunas deve promover a descoberta da cultura tecnológica e proporcionar recursos para facilitar a compreensão e intervenção, se necessário, e não a preparação para uma profissão (REIS, 1995). Almeja-se, assim, não o adestramento manual, mas o desenvolvimento de capacidades e atitudes de raciocínio, criatividade, organização, planejamento, confiança, sentido de realidade etc. Esse argumento vem expresso em diversos documentos, como afirma Manzano (1997, p. 43, tradução nossa):

Nas últimas três décadas, todos os organismos internacionais que se ocupam do desenvolvimento da educação e da formação profissional vêm recomendando, de forma cada vez mais nítida, que seja incluída a formação tecnológica como elemento essencial da educação geral. Sem essa formação a educação resulta incompleta. Recomendam igualmente que o currículo em seu conjunto se ocupe em garantir a aquisição de uma série de competências chaves para o mundo do trabalho, em geral, para o emprego e não para uma profissão particular.

Paradoxalmente, esse posicionamento sobre a relação educação-trabalho para o sistema produtivo atual necessita de níveis crescentes de formação e de capacidades gerais, além de uma formação específica. Um discurso distante da visão da Educação Tecnológica como parte da educação geral, já que orienta propostas curriculares de cursos técnicos na educação secundária (GILBERT, 1995; MAIZTEGUI et al., 2002), a chamada formação profissional, por meio da qual os estudantes, em sua maioria, alimentam a perspectiva de ingressar no mercado de trabalho que requer mão-de-obra técnica. Os fins educativos dessa modalidade baseiam-se no

desenvolvimento de capacidades conferindo habilidades e conhecimentos do desenvolvimento de produtos. E o significado da Tecnologia, nesse caso, inclui tanto processos quanto produtos.

Outra limitação nessa modalidade de ensino de Tecnologia é a ênfase em projetar ou desenhar artefatos, quer dizer, são privilegiados os conteúdos procedimentais, o saber fazer, o que não é o mais importante nem tampouco o único objetivo educativo.

Entretanto, não se pode negar as potencialidades de serem trabalhados conteúdos procedimentais. Para Cajas (2001), é importante que os alunos e as alunas compreendam certas características da natureza do desenho ou do projeto tecnológico, que discutam o papel das leis científicas e princípios tecnológicos do objeto, ou do processo em que se situa, já que o desenho tecnológico não é simples aplicação do conhecimento científico universal a situações específicas. Mas, para evitar o reducionismo, a compreensão das restrições físicas deve conectar-se com as restrições sociais, econômicas e culturais, que estão relacionadas entre si, na aprendizagem de conhecimentos tecnológicos importantes, promovendo uma imagem da Tecnologia que enriquece a Educação Científica. Para esse autor, o que se deseja é que os futuros adultos não temam a Tecnologia, mas conheçam suas características mais importantes.

Outra modalidade de ensino de Tecnologia é sua articulação a outras disciplinas ou temas específicos. Nesse último vem baseado em aspectos valorativos, sugerindo o enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Mas, CTS configura uma tríade mais complexa que uma simples série sucessiva. Sua combinação obriga a análise das relações recíprocas mais detidamente do que a ingênua aplicação da clássica relação linear entre elas.

Os anos 60 e 70 assinalam o momento de revisão e estruturação de uma nova política mais intervencionista, no sentido de supervisionar os efeitos do desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia sobre o Ambiente e a Sociedade, com a participação constante da população. Tal

movimento dá origem aos estudos CTS ou estudos sociais da Ciência e da Tecnologia, refletindo, no âmbito acadêmico e educativo, uma nova percepção da Ciência e da Tecnologia com a Sociedade.

Os estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade, habitualmente identificados como CTS, apresentam-se como análises críticas e interdisciplinares da Ciência e da Tecnologia, no contexto social. Palacios et al. (2001, p. 119, tradução nossa) esclarecem que

[...] a expressão Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) costuma definir um âmbito de trabalho acadêmico, cujo objeto de estudo está constituído por aspectos sociais da Ciência e da Tecnologia, tanto no que concerne aos fatores sociais que influem sobre a mudança científico-tecnológica como nas conseqüências sociais e ambientais.

Esses autores utilizam a expressão *CTS* para fazer referência ao objeto de estudo, isto é, às relações Ciência-Tecnologia-Sociedade e à frase *estudos CTS* para o âmbito do trabalho que compreende novas aproximações ou interpretações do estudo da Ciência e da Tecnologia. Tais estudos refletem, principalmente, uma reação acadêmica contra a tradicional concepção das relações entre a Ciência e a Tecnologia com a Sociedade, fundamentada na visão positivista sobre sua natureza resumida numa simples equação, o chamado *modelo linear do desenvolvimento* (PALACIOS et al., 2001, p. 120), que, expressa de outra forma, significa que quanto mais Ciência mais Tecnologia, gerando mais riqueza e, conseqüentemente, mais bem-estar para a Sociedade.

Os estudos CTS definem hoje um campo de trabalho recente e heterogêneo, de caráter crítico com respeito à visão tradicional da Ciência e da Tecnologia, além de interdisciplinar por relacionar disciplinas como a Filosofia, História da Ciência e da Tecnologia, Sociologia do Conhecimento Científico, Teoria da Educação, entre outros (MAAR et al., 2000; PALACIOS et al., 2001). Os trabalhos nesse sentido têm sido desenvolvidos, desde o início, em três grandes direções:

- a) no campo da investigação: propõem uma alternativa à reflexão acadêmica sobre a Ciência e a Tecnologia, promovendo uma visão não tradicional e socialmente contextualizada;
- b) no campo da política pública: têm defendido a regulamentação social da Ciência e da Tecnologia, promovendo a criação de diversos mecanismos democráticos que facilitem a abertura dos processos de tomada de decisão em questões concernentes a políticas científico-tecnológicas;
- c) no campo da educação: em que a nova imagem da Ciência e da Tecnologia na Sociedade favorece o surgimento em diversos países de programas e materiais educativos CTS para a educação básica e superior.

Santos e Schnetzler (2000) admitem que é possível, no campo educativo, depreender o ensino de Tecnologia com enfoque CTS, por meio de sua comparação com o ensino tradicional de Ciências, expressando esse argumento com o Quadro 3, a seguir:

Quadro 3: Aspectos enfatizados no ensino clássico de ciências e no ensino de tecnologia de enfoque CTS<sup>8</sup>

<i>Ensino clássico de Ciência</i>	<i>Ensino da Tecnologia no enfoque CTS</i>
Organização conceitual da matéria a ser estudada (conceitos de Química, Física, Biologia)	Organização da matéria em temas tecnológicos e sociais.
Investigação, observação, experimentação, coleta de dados e descoberta como método científico.	Potencialidades e limitações da tecnologia, no que diz respeito ao bem comum.
Ciência, um conjunto de princípios, um modo de explicar o universo, com uma série de conceitos e esquemas conceituais interligados.	Exploração, uso e decisões são submetidas a julgamento de valor.
Busca da verdade científica sem perder a praticabilidade e a aplicabilidade universal.	Prevenção de conseqüências a longo prazo.
Ciência como um processo, uma atividade universal, um corpo de conhecimento.	Desenvolvimento tecnológico, embora impossível sem a ciência, depende mais das decisões humanas deliberadas.
Ênfase à teoria para articulá-la com a prática.	Ênfase à prática para chegar à teoria.
Lida com fenômenos isolados, usualmente do ponto de vista disciplinar, análise dos fatos, exata e imparcial.	Lida com problemas verdadeiros no seu contexto real (abordagem interdisciplinar)
Busca, principalmente, novos conhecimentos para a compreensão do mundo natural, um espírito caracterizado pela ânsia do conhecer e compreender.	Busca principalmente implicações sociais dos problemas tecnológicos; tecnologia para a ação social.

Solomon (1988) ainda esclarece que, no campo educativo, o enfoque CTS deve ressaltar o caráter provisório da Ciência e das teorias científicas, levando em conta as opiniões controvertidas dos especialistas. Para essa autora, a Tecnologia deve ser apresentada como uma forma de conhecimento para atender às necessidades sociais, constituindo-se em um recurso para a compreensão das pressões provocadas pela avalanche de inovações tecnológicas na sociedade. Deve-se fazer com que os(as) alunos(as) reconheçam como um processo resultante da produção social e a dependência das pessoas com os produtos tecnológicos. Dessa forma o ensino no

<sup>8</sup> Extraído e traduzido de Zoller e Watson (1974, p. 110).

enfoque CTS levaria ao aluno e a aluna a perceber seu poder como cidadãos. Essas idéias podem ser resumidas no modelo apresentado por Hofstein et al. (apud SANTOS; SCHNETZLER, 2000) a seguir.

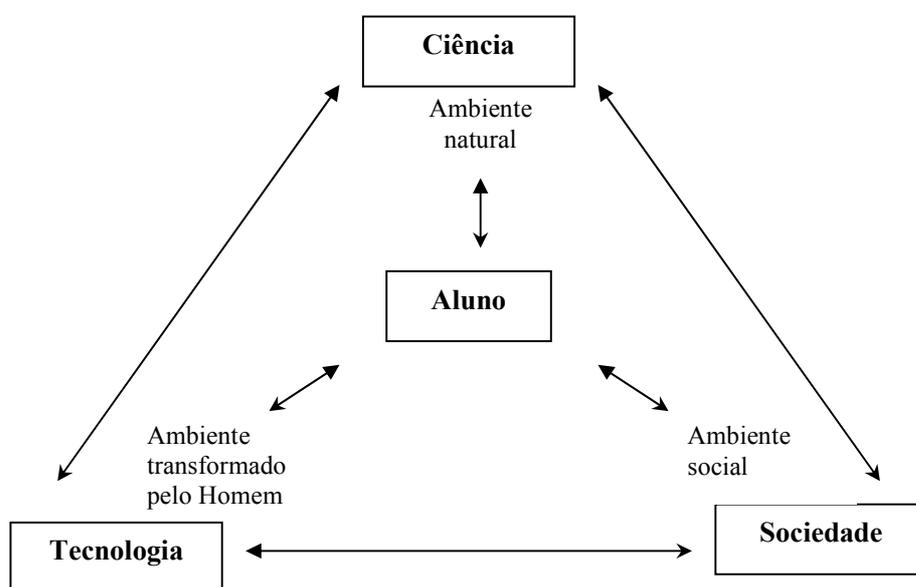


Figura 3: O modelo CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade)<sup>9</sup>

O ensino da Tecnologia no enfoque CTS vem centrado em aspectos valorativos, quer dizer, aborda a dimensão social da Ciência e da Tecnologia, tanto sob o ponto de vista de seus antecedentes sociais como de suas conseqüências sociais e ambientais, no que diz respeito aos fatores de natureza social, política ou econômica que modulam a mudança científico-tecnológica

<sup>9</sup> Extraído de Santos e Schnetzler (2000, p. 60)

e as repercussões éticas, ambientais ou culturais (AULER; STRIEDER; CUNHA, 1998; ACEVEDO, 1996; 2001; BACHS, 1999; BAIGORRI, 1997; LAYTON, 1988; VILCHES E CAAMAÑO, 2001). Esse modelo, segundo Vilches e Caamaño (2001, p.21, tradução nossa) baseia-se no argumento de que

[...] uma educação dirigida para a aquisição de uma cultura científica e tecnológica, como parte de uma educação geral, deverá considerar as dimensões da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade que, até o momento, não têm sido incluídas adequadamente nos currículos de Ciências, em particular as interações da Ciência e da Tecnologia com o meio natural e social, quer dizer, as relações Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) ou como alguns autores preferem denominar CTAS – Ciência, Tecnologia, Ambiente e Sociedade.

Outro modelo de incorporação da Tecnologia nos currículos da educação básica é o tratamento de temas articulados às disciplinas de Ciências como Física, Química e Biologia. Essa opinião é difundida por diversos autores (ACEVEDO, 2003; ALLSOP; WOOLNOUGH, 1990; GILBERT, 1995; LAYTON, 1988; BYBEE; MAU, 1986), sobretudo em Física e Química (ACEVEDO, 1996).

Tal proposta de articulação é justificada pelo fato de que no contexto escolar alunos e alunas, quando envolvidos em uma atividade tecnológica, aprendem a exercitar uma série de estratégias que estão inter-relacionadas com a utilização de conhecimentos e de uma variedade de destrezas e capacidades. Assim, toda atividade tecnológica no seu conjunto é governada por valores humanos que rodeiam a tarefa e lhe dão significado (ACEVEDO, 1996).

Uma posição compartilhada é que a Tecnologia constitui um tema da atualidade que contribui com a educação científica. Esse olhar como tema educativo atual combinado com a educação formal, pode contribuir com uma melhora nos níveis da alfabetização científica e tecnológica (MARCO-STIEFEL, 2000; LEWIS, 1991).

Com base nessa premissa, conclui-se que a Tecnologia não é propriedade de uma disciplina curricular. Sua dimensão educativa não deve reduzir-se ao objetivo de um ensino profissionalizante, nem tampouco uma contribuinte marginal para a Educação Básica; é preciso trabalhá-la como um tema interdisciplinar que auxilie a educação científica. Talvez seja essa a posição mais adequada, bem mais do que tomá-la como uma disciplina independente.

Algumas discussões sinalizam como interesse os temas ambientais baseada na visão da Tecnologia como processo e produto. Tais temas, segundo Tolba (apud GILBERT, 1995, p. 20, tradução nossa) podem ser:

reduzir a contaminação do ar urbano; diminuir a destruição do ozônio atmosférico; aumentar a disponibilidade de água doce própria para o consumo; inverter a desertificação de terras áridas; eliminar as fontes de poluição marinha; deter a devastação florestal; conter a destruição dos mangues, restingas; deter a diminuição da diversidade biológica; prevenir os desastres naturais causados pelo homem; controlar a emissão de poluentes perigosos; reduzir o crescimento da população humana.

O enfoque principal do tratamento de tais temas é conscientizar as pessoas sobre o uso do planeta, adquirindo comportamentos que não prejudiquem o desenvolvimento das gerações futuras. Pode também ser compreendido como articulador do ensino CTS. Essa tendência vem

fundamentada numa das propostas mais aceitas atualmente e de grande divulgação: a do *desenvolvimento sustentável*. Pode-se incluir, ainda, outros temas potenciais, como produções industriais, desenvolvimento de vacinas, entre outros.

Programas de Educação Científica na África (KERRE apud CAJAS, 2001), Austrália (MORGAN, apud CAJAS, 2001), América Latina (ANDRADE apud CAJAS 2001), Inglaterra (LEWIS, 1996), EUA (AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE, 1990) e Argentina (FRAGA, 2003) sugerem que a Tecnologia pode ser trabalhada junto às disciplinas de Ciências. Apesar de articular a Tecnologia ao ensino de Ciências, em geral, esses programas seguem o caráter teórico-prático limitado a processos e produtos – dando ênfase ao componente técnico-metodológico discutido por Lewis e Gagel (1992) – relacionados com o mundo do trabalho (CAJAS, 2001).

Até o momento, a intenção foi situar as discussões em torno das modalidades de ensino de Tecnologia dentro de um panorama mundial. Nesse percurso discursivo, uma questão torna-se pertinente: Com a reforma educacional brasileira, qual a proposta dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio para a Tecnologia no ensino de Química?

### **2.3 A incorporação da Tecnologia na reforma educativa do Ensino Médio**

Não muito diferente do que ocorreu em outros países, o governo brasileiro viu a importância de acompanhar as transformações e incorporar, entre outras tantas inovações, a

Tecnologia. As mudanças na legislação do sistema brasileiro de ensino passam a traduzir inovações, em todos os níveis da Educação Básica, influenciadas por fatores de naturezas distintas – como decorrentes da terceira revolução técnico-industrial –, apresentada na forma de produção e comunicação, globalização e mundialização das economias, originando “uma verdadeira revolução do conhecimento, alterando o modo de organização do trabalho e das relações sociais” (BRASIL, 1999b, p.16).

Tais inovações materializam-se em documentos oficiais como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) nº 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional; o parecer da Câmara de Educação Básica do Conselho Nacional de Educação – CEB/CNE nº 15/98 –, que regulamenta as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM); a resolução da CEB/CNE nº 03/98, que institui as DCNEM; os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), que apresentam orientações dos princípios da reforma curricular para o professor, na busca de novas abordagens e metodologias.

A reforma educacional brasileira suscitou, e ainda suscita, forte resistência e crítica de todo o tipo, dentro e fora do sistema educativo, o que é de certa forma saudável, já que a pluralidade de idéias sugere discussões e reflexões sobre o tema. Percebe-se a importância de tais propostas, entretanto, para que sejam verdadeiramente implantadas e não se tornem *letras mortas*, são necessárias mudanças que perpassam por diversas questões, sejam de caráter político, econômico, valorização profissional, formação inicial e continuada de professores e professoras, ambiente físico, carga horária, entre tantas outras.

Não constitui o propósito desta pesquisa participar diretamente desse debate, mas ressaltar que a reforma sinaliza para a inclusão da Tecnologia na Educação Básica e, em particular, segundo o interesse da pesquisa, pelo ensino de Química no Ensino Médio.

Nos PCNEM, a *Tecnologia* aparece em cada uma das áreas de conhecimentos. No caso da área de Ciências da Natureza e Matemática, sugere-se uma visão relacionada a processos, produtos e objetos ou mesmo com o próprio sistema produtivo. Esse enfoque torna-se, de certo modo, contraditório, pois os documentos da reforma educativa enfatizam que o ensino não deve contribuir somente para a aquisição por parte dos alunos e das alunas de um conhecimento técnico, mas deve incorporar elementos que, por sua importância e utilidade instrumental, favoreçam uma aprendizagem significativa (BRASIL, 1999b). Nessa perspectiva, um dos objetivos do ensino da Tecnologia é promover o desenvolvimento de competências e habilidades para o exercício de intervenções e julgamentos práticos traduzidos no entendimento de equipamentos e de procedimentos técnicos – componente técnico-metodológico –, na obtenção e na análise de informações, na avaliação de riscos e de benefícios dos processos tecnológicos – componente científico-tecnológico –, na interpretação dos fatos, na utilização de linguagem específica como símbolos e ícones relativos às informações tecnológicas e científicas – componente verbal-iconográfico.

Com relação ao ensino de Química, que faz parte da área de Ciência da Natureza e Matemática, a Tecnologia, segundo os PCNEM, aparece como uma temática incorporada a essa área do conhecimento e reforça as *produções químicas industriais* como potencialidade para trabalhar tal temática. Esse documento esclarece que a Tecnologia vem relacionada à Química com o objetivo de promover no educando a compreensão dos princípios científicos e tecnológicos presentes nas produções contemporâneas (BRASIL, 1999b).

Ainda com relação a esse ponto, a relação da teoria com a prática e o domínio dos princípios científicos tecnológicos da produção não devem estar vinculados a componentes curriculares específicos, orientados somente à preparação básica para o trabalho, mas devem promover uma visão global de “compreensão dos processos produtivos enquanto aplicações das ciências, em todos os conteúdos curriculares” (BRASIL, 1999b, p. 70, grifo nosso). Como se percebe, nos PCNEM, a visão da Tecnologia e sua relação com a Ciência expressam uma ligação com o modelo da *Tecnologia como Ciência Aplicada*.

Assim, à luz desses e de outros argumentos já expostos, a incorporação da Tecnologia no currículo do Ensino Médio deve considerar os componentes científico e tecnológico, organizativo-social, verbal-iconográfico, técnico-metodológico e o histórico-cultural, de importância significativa, segundo a nomenclatura adotada por Lewis e Gagel (1992).

Os PCNM acenam para a necessidade de se criar condições para desenvolver nos alunos e nas alunas uma visão de mundo atualizada, o que inclui uma compreensão mínima das técnicas e dos princípios científicos em que se baseiam. Para tanto, sugere um tratamento global de temas que devam perpassar as disciplinas de cada área do conhecimento. É nessa perspectiva que a Tecnologia como tema educativo se insere. A idéia básica é ressaltar a inter-relação entre os fenômenos científicos e tecnológicos com os fatores sociais, políticos, econômicos e ambientais (BRASIL, 1999b, p. 209) em que

Muitos processos, como evaporação, condensação, dissolução, emissão e recepção de radiação térmica e luminosa, são objetos de sistematização na Biologia, Física e Química. Por outro lado, estes processos são essenciais para

compreender o uso da biomassa e da hidroeletricidade, evidenciando seu sentido tecnológico, associado à economia e à organização social.

O tratamento desses aspectos deve evidenciar como os conhecimentos científicos e tecnológicos contribuíram para a sobrevivência do ser humano, abordando as implicações econômicas, sociais e políticas dos sistemas produtivos e ressaltando que os conhecimentos produzidos pela Ciência trouxeram contribuições para o saber tecnológico.

Na especificidade do Ensino da Química, os PCNEM reafirmam essa postura de promover condições para que o aluno do Ensino Médio possa compreender as transformações químicas relacionadas com as Tecnologias de produção no contexto social, como produções químicas contemporâneas. Esse documento (BRASIL, 1999b, p.242, grifo nosso) conforme se esclarece a seguir:

[...] é desejável, portanto, que o aluno desenvolva competências e habilidades de identificar e controlar variáveis que podem modificar a rapidez das transformações químicas, como temperatura, estado de agregação, concentração e catalisador, reconhecendo a aplicação desses conhecimentos ao sistema produtivo e a outras situações de interesse social. Estabelecidas essas relações e ampliando-as, é preciso que se percebam as relações quantitativas que expressam a rapidez de uma transformação química, reconhecendo, selecionando e propondo procedimentos experimentais que permitam o estabelecimento das relações matemáticas existentes, como a lei da velocidade.

No documento, fica clara a sinalização para o estudo das produções químicas industriais, já que este se refere à identificação, controle e reconhecimento de variáveis (usuais da indústria química) envolvidas em uma transformação química, apesar de reforçar a idéia de *conhecimento aplicado*. O que se critica, nesse caso, é que não se trata de aplicação do conhecimento científico ao sistema produtivo, e sim uma (re)leitura deste para o contexto da indústria química.

Por outro lado, os documentos (BRASIL, 1999b, p. 242) acenam para a potencialidade de trabalhar temas relacionados às produções químicas que envolvam os conteúdos disciplinares, procedimentos e habilidades que favoreçam aos alunos e alunas a compreensão do mundo que o rodeia, ao afirmar que é necessário

[...] apresentar ao aluno fatos concretos, observáveis, mensuráveis, uma vez que os conceitos que o aluno traz para a sala de aula advêm principalmente da leitura do mundo macroscópico. Dentro dessa óptica macroscópica, podem ser entendidas também as relações quantitativas de massa, energia e tempo que existem nas transformações químicas.

Entende-se que a reforma educativa brasileira introduz a Tecnologia como objetos, processos e técnicas presentes não somente no sistema produtivo mas, no meio social de modo geral, argumento utilizado por Gilbert (1995) para justificar sua incorporação no currículo da Educação Básica, segundo a visão global de que está presente em todos os lugares.

Outro ponto a ser destacado é o de que a Tecnologia deve ser trabalhada na disciplina de cada área específica, segundo uma visão ampla que possa dialogar com conhecimentos, não

somente da disciplina em questão, mas com as demais áreas entendendo suas inter-relações. Um outro ponto é a própria denominação dada a cada área do conhecimento, com relação à Tecnologia, ao utilizar o pronome possessivo *suas* – Ciências da Natureza, Matemática e *suas* Tecnologias, por exemplo. Para uma orientação interdisciplinar, como pregam os documentos da reforma educativa, talvez fosse mais adequado usar em seu lugar o artigo *as* para se referir às distintas Tecnologias que permeiam as disciplinas que compõem cada área do conhecimento.

Apesar da sugestão apresentada pelos PCNEM, trabalhar as transformações e produções químicas, entende-se que estes não são temas tão inovadores como preconizam os documentos. Alguns trabalhos anteriores à reforma – e outros não – já sinalizavam a esse respeito.

#### **2.4 O tema produções químicas industriais para trabalhar a Tecnologia: alguns exemplos**

No Brasil, experiências desenvolvidas pelo Grupo de Pesquisa em Educação Química, do Instituto de Química da USP, em São Paulo, deram origem a vários materiais didáticos para os alunos(as) e para o professor(a) do Ensino Médio (GEPEQ, 1998a, 1998b, 1998c, 1998d, 1998e, 1998f).

Nesses materiais (o volume 2 direcionado ao aluno), são descritos dois processos industriais: a síntese da amônia e a obtenção de ferro-gusa. Neles, apresentam-se as reações químicas, as condições de temperatura e pressão envolvidas no processo, sendo as etapas “ilustradas” por meio de um esquema que representa a produção industrial; inclui, ainda, alguns

gráficos e tabelas que representam dados sobre a capacidade de produção mundial, fornecendo sugestões de análise quanto ao desenvolvimento econômico dos países. E, por fim, exemplificam o uso dos produtos obtidos para a fabricação de novos produtos. Propõem algumas atividades experimentais a serem desenvolvidas em laboratórios e apresentam, ainda, um texto de História da Química contendo alguns conceitos e princípios envolvidos na produção objeto de estudo.

Apesar disso, o material em questão aborda o processo químico industrial como um exemplo da aplicação prática dos conhecimentos científicos. Não discute os objetos e os processos tecnológicos presentes nas produções químicas apresentadas, não avalia os impactos dessas na Sociedade e no Ambiente, entre outros. Esses constituem alguns dos pontos ausentes do material didático em questão.

O livro do professor, também referente ao volume 2, contém um texto de História da Química, diferente do apresentado no livro do aluno, um esquema dos conteúdos químicos a serem trabalhados, resume os conceitos de cada tópico dos capítulos. Tal material deveria ser um recurso com orientações para o trabalho do professor ou da professora, no entanto, não se discutem nele os objetivos, finalidades, estratégias e a avaliação das atividades propostas para alunos e alunas.

Outro exemplo que explora o tema produções e transformações químicas industriais é a dissertação de mestrado apresentada por Lufti em 1982, que originou sua publicação em 1988, na forma de livro *Cotidiano e Educação em Química*. Nesse texto, relata-se um projeto desenvolvido durante as aulas de Química Orgânica em escolas do Ensino Médio sobre aditivos e conservantes de alimentos, que visava, entre outros objetivos, “conhecer como os alimentos, uma necessidade orgânica, sofrem intenso trabalho ideológico pela classe dominante para passarem certos valores para toda a Sociedade” (LUFTI, 1988, p.17). Essa proposta inclui atividades como

visitas a indústrias alimentícias, experimentos de controle de qualidade e análise de textos relacionados. Apresenta o tema produção de alimentos aos alunos e as alunas após o *conteúdo* ter sido trabalhado em sala de aula. Não há uma sistematização no estudo dos princípios químicos e tecnológicos envolvidos na produção e a orientação às visitas enfoca a exemplificação de um processo industrial.

Nos últimos cinco anos, na Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, alguns trabalhos apontam para a introdução de temáticas, nas aulas de Química do Ensino Médio, que envolvem produções químicas industriais. Essas, por sua vez, apresentam a visão de Tecnologia como produto resultante de uma produção química. Trabalhos como o de Santos et al. (2000) apresentam um material didático sobre a produção industrial de papel; Guimarães e Ferreira (2000) procuram relacionar o Ensino de Química com a indústria de alimentos; e Nóbile et al. (2001) reforçam os conteúdos de Química com a produção industrial de refrigerante por meio de visita a uma indústria. Nesses trabalhos não são apresentados os pressupostos metodológicos e didáticos do estudo, assim como a explicitação das limitações e potencialidades do estudo do tema.

Ainda no Brasil, outra proposta, mais direcionada para cursos universitários, apresenta materiais didáticos com ênfase na indústria local (PONTIN et al., 1993). São dirigidos aos cursos de formação em Química, mas não especificados – para Licenciatura, Bacharelado, Engenharia ou Química Industrial. O objetivo principal que a proposta expressa é a aproximação social dos conteúdos químicos por meio da indústria química. Para esses autores, tal estudo visa ajudar aos universitários a desenvolver uma variedade de habilidades para o mundo do trabalho, além de proporcionar uma relação da Química com a realidade.

Ao estudar o processo químico industrial, os estudantes se deparam com parâmetros que vão além dos conhecimentos químicos, como a viabilidade prática do processo e os aspectos econômicos e ambientais, significando que poderão discutir *como* e *porque* esses parâmetros são decisivos em um processo industrial. É selecionado um tema e seu estudo sistematizado. O exemplo apresentado pelos autores é o tema “Amônia, fertilizantes e fixação de dióxido de carbono”, que envolve a síntese industrial da amônia.

Segundo os autores, durante essa unidade de ensino, alguns questionamentos são levantados no início das discussões. Esses, por sua vez, serão retomados durante o curso e espera-se que, ao final, os alunos e as alunas estejam aptos a respondê-las. As questões levantadas são: “qual o efeito do aumento da concentração do gás carbônico na atmosfera? Como esse gás pode ser removido da atmosfera? Qual a melhor maneira de removê-lo? Do que são compostos os fertilizantes? Quanto de gás carbônico é liberado na produção de amônia? Como pode ser reduzida a emissão de gás carbônico? Qual é o limite de emissão? Usar ou não fertilizantes?” (PONTIN et al., 1993, p. 226). Entretanto, não são discutidas ou apresentadas a metodologia adotada, as atividades que se pretende desenvolver para alcançar os objetivos do estudo e nem a forma de avaliação.

Em escolas de Israel, Nae, Hofstein e Samuel (1980), propõem introduzir nas aulas de Química, o estudo da produção industrial do cobre, do bromo, de polímeros e suas implicações ambientais, econômicas e sociais. A abordagem dessa proposta (NAE; HOFSTEIN; SAMUEL, 1980, p. 367, tradução nossa) tem como objetivos:

Demonstrar como os princípios químicos básicos são aplicados em uma escala industrial; enfatizar a importância da indústria química para a sociedade e para a

economia nacional e local; desenvolver a apreciação dos fatores tecnológicos, econômicos e ambientais envolvidos na indústria química; apresentar alguns problemas específicos da indústria química local .

Outro exemplo são alguns livros didáticos cubanos para o nível secundário, que descrevem processos industriais tais como a obtenção de amoníaco, ácido nítrico, ácido sulfúrico e outros, vinculando os conhecimentos químicos com o desenvolvimento industrial e agrícola do país, como parte da formação profissionalizante (PENA et al., 1979; PÉREZ et al., 1995; 1997).

Esse breve relato de alguns trabalhos sobre o estudo de transformações químicas vinculadas ao sistema produtivo indica que a recomendação dos PCNEM de articular a produção industrial no Ensino de Química não é algo tão novo assim. A questão centra-se nas intenções educativas do estudo do tema.

A intencionalidade do ensino está vinculada a seu significado. É nesse sentido que esta pesquisa ressalta a importância da discussão sobre a visão de Tecnologia proposta pela reforma brasileira para o Ensino Médio e, conseqüentemente, a assumida pelos professores e professoras. O ensino de Química pode contribuir com a formação integral das novas gerações, e pressupõe que esta potencialidade tem lugar no fato de a Química desempenha um papel importante no desenvolvimento econômico dos países em todas as esferas da Sociedade, inclusive no que se refere ao fato de fornecer ao aluno e à aluna um panorama geral das diversas atividades profissionais envolvidas na Indústria Química.

Assume-se a posição de que a Tecnologia no Ensino Médio não deve ter como objetivo a transmissão de certas técnicas ou do estudo exclusivo de equipamentos, objetos e processos, por mais modernas que sejam, mas promover o entendimento das inter-relações entre o conhecimento

científico e o tecnológico presente na Sociedade, ultrapassando a visão de Ciência Aplicada, reduzida a uma disciplina específica perpassando o currículo escolar. Nesse ponto, compartilha-se com a proposta dos PCNEM. Além disso, o estudo sistematizado dos princípios químicos da produção química industrial pode contribuir na aquisição de linguagem específica, na formação de critérios e atitudes relativos à indústria química, no estabelecimento de critérios para avaliar os riscos e benefícios acarretados pelo avanço da tecnologia, sejam objetos ou processos tecnológicos.

A Tecnologia articulada à disciplina de Química poderá ser trabalhada tendo como recurso o estudo das produções químicas industriais, quer dizer, se propõe conhecer os princípios químicos da produção industrial, tanto do ponto de vista dos processos químicos, dos produtos como de seus princípios tecnológicos associados ao envolvimento destes com fatores sociais, culturais, políticos, econômicos e ambientais.

Um argumento educativo que justifica o estudo das produções químicas é a importância dada aos conhecimentos químicos que permeiam o processo industrial. Tal argumento baseia-se no fato de no estudo das produções ser possível relacionar aspectos da Ciência com a Tecnologia, e estabelecer relações com a Sociedade e o Ambiente. No primeiro caso, o pensar científico e o tecnológico é constituído em meio à resolução de problemas, proporciona recursos na elaboração do conhecimento em função de procedimentos, e promove discussões de como organizar, relacionar, confrontar, compreender, reconhecer ou reformular os princípios químicos com os tecnológicos da indústria química. No segundo caso, visa promover discussões de questões sobre o impacto da Tecnologia na Sociedade e vice-versa, como, por exemplo, sobre a importação de tecnologias, os impactos ambientais da implantação de indústrias químicas, o fator econômico da produção industrial para a sociedade, as relações trabalhistas e outras.

No caso do ensino de Química, a visão da Tecnologia considera várias categorias. Um processo químico industrial (procedimento) pode envolver várias etapas (as reações químicas) que ocorrem, muitas vezes, em determinados objetos tecnológicos sob determinadas condições de temperatura, pressão e outros, cujo objetivo é alcançar um produto determinado segundo princípios de funcionamento que atendam a questões econômicas, ambientais, sociais e culturais.

A Tecnologia Química deve ser entendida não somente como um processo organizado e articulado com o auxílio de objetos tecnológicos para obter um produto, mas considerar que tanto as formas como os modos de obtenção (os processos) e os produtos estão inseridos em um contexto histórico, social, cultural, político, econômico e ambiental que, em momento algum, devem estar desconectados.

Em síntese, discutiu-se nesse e no capítulo anterior que o significado assumido para a Tecnologia influencia na modalidade de ensino, e segundo a reforma do sistema brasileiro para o Ensino Médio e as práticas vigentes, uma modalidade possível de se adequar às contingências de nossa tradição curricular seria a articulação da Tecnologia à disciplina específica de Ciências, neste caso a disciplina de Química. Defende-se, por outro lado, sua potencialidade educativa como tema articulador com outras áreas do conhecimento.

No ensino de Química, propõe-se que essa articulação seja desenvolvida por meio do estudo das produções químicas industriais, em que a Tecnologia seria vista tanto como processo quanto como produto, inserida em um contexto social e cultural com particularidades relativas aos conhecimentos químicos e tecnológicos que permeiam a produção contemporânea. Assim, a Tecnologia no ensino de Química sustentada nesta tese se apóia em perspectivas que relacionam as questões entre a Ciência e a Tecnologia, as características do trabalho e do pensar científico e

o tecnológico, aliado não somente à resolução de problemas, mas aos valores, aos procedimentos e à elaboração do conhecimento.

Com base nesses argumentos, entende-se que algumas questões são de extrema importância para trabalhar a dimensão da Tecnologia nas aulas de Química do Ensino Médio, sendo necessária uma ruptura com a visão hegemônica da Tecnologia como Ciência Aplicada.

Tais inquietações tomaram forma em questões como: que idéias os futuros professores e professoras de Química possuem sobre Tecnologia? Que relação os licenciandos em Química acreditam ter a Tecnologia com a Ciência? Que implicações tais idéias podem ter no ensino de Química? Diante desse desafio, que saberes são necessários aos licenciandos para exercer sua atividade docente de forma eficaz?

### **CAPÍTULO 3 INVESTIGANDO IDÉIAS / SABERES SOBRE TECNOLOGIA E SUA RELAÇÃO COM A CIÊNCIA EM FUTUROS PROFESSORES E PROFESSORAS DE QUÍMICA**

Como foi argumentado no capítulo anterior, o foco de interesse nesta pesquisa são as idéias – que possuem os futuros professores e professoras de Química quando se encontram em formação inicial – sobre a Tecnologia, sobre sua relação com a Ciência e sobre *o que e como* trabalhar as produções químicas industriais no Ensino Médio.

A literatura tem expressado, como uma das características do conhecimento profissional, que professores(as) em sua prática se apóiam em conhecimentos especializados e formalizados (IMBERNÓN, 2000). Segundo Tardif (2002, p.21), “ensinar é mobilizar uma ampla variedade de saberes, reutilizando-os no trabalho para adaptá-los e transformá-los pelo e para o trabalho”.

Tais saberes constituem um dos pontos nucleados da docência, a base de conhecimentos<sup>10</sup> (RAMALHO; NÚÑEZ; GAUTHIER, 2003) ou *knowledge base*. São saberes próprios da profissão de professor, que envolvem distintos saberes como disciplinares, pedagógicos etc. Como afirmam esses autores, “a profissionalização da docência supõe identificar uma base de conhecimentos necessários à identidade da profissão” (RAMALHO; NÚÑEZ; GAUTHIER, 2003, p. 154).

---

<sup>10</sup> Nomenclatura utilizada pela Linha de Pesquisa Formação e Profissionalização Docente da UFRN, que será adotada neste trabalho.

Segundo Monteiro (2003), essa base refere-se a um repertório de conhecimentos do ensino que serviriam de orientação aos programas de formação docente e que são mobilizados para responder às exigências específicas de uma situação concreta de ensino.

A preocupação, nesse sentido, segue a orientação para o favorecimento da profissionalização do(a) professor(a), como forma de melhorar a educação (GAUTHIER, 1998). A questão dos saberes está, assim, intimamente ligada à questão do trabalho docente num lugar social determinado que orienta, de diversas maneiras, os saberes requeridos *no e para* o exercício da profissão.

Assim, inquietações como: que saberes são necessários para trabalhar a Tecnologia? São esses fomentados pela agência formadora? orientam o percurso deste capítulo que, sem dúvida, não tem a pretensão de responder a todas as perguntas referentes aos saberes dos professores, mas situar a discussão na delimitação da pesquisa, buscando uma sinalização de saberes para trabalhar a Tecnologia no ensino de Química no Ensino Médio.

### **3.1 Formação inicial e saberes docentes**

Na atualidade, as pesquisas sobre a Formação Docente têm assumido como uma das preocupações estudos de *como* os professores e professoras aprendem a ensinar e de *como* constroem os saberes de sua profissão (RAMALHO; NÚÑEZ, 1998b). Esses estudos assumem a concepção do professor como profissional dotado de subjetividade e intencionalidade. Como esclarecem Ramalho, Núñez e Gauthier (2003), a profissionalização do ensino implica dois

aspectos fundamentais: a profissionalidade e o profissionalismo. O primeiro refere-se aos saberes, às competências e às atitudes para o desempenho da atividade docente; e o segundo, ao reconhecimento social do trabalho.

O saber docente vem sendo utilizado como ferramenta teórica de grande potencial na busca de novas referências e bases de reflexões sobre a prática dos professores, situando-os no contexto da perspectiva formativa que contribua com sua profissionalização (MONTEIRO, 2003).

O interesse sobre o estudo dos saberes docentes no âmbito das reformas brasileiras se insere num contexto maior, que constitui um vasto e rico campo de referências (GAUTHIER, 1998; TARDIF, 2002; LEINHARDT; SMITH, 1985; MARCELO GARCIA, 1997; 1992a; 1992b; MELLADO, 1996; MONTEIRO, 2003; NUNES, 2001; RAMALHO; NÚÑEZ, 1997; 1998a; 1998b; 2002; RAMALHO et al. 2002; RAMALHO, NÚÑEZ e GAUTHIER, 2003; PÓRLAN; RIVERO; MARTIN, 1997, 1998; SHULMAN, 1987), que têm contribuído com um aumento significativo nas orientações a novas práticas e o reconhecimento dos saberes profissionais dos professores e das professoras (MARCELO GARCIA 1992a; LEINHARDT; SMITH, 1985; SHULMAN, 1987).

O saber pode ser considerado como declarativo, no qual o professor sabe expressar-se coerentemente; procedimental, relativo às habilidades, quer dizer, o *saber como* e contextual, que está intrinsecamente ligado aos anteriores (RAMALHO; NÚÑEZ; MORAES, 1999), e relaciona-se ao *saber quando e como*. Para Tardif (2002, p. 36) pode-se definir o saber docente como “um saber plural formado pelo amálgama, mais ou menos coerente, de saberes oriundos da formação profissional e de saberes disciplinares ou experienciais”.

O caráter específico dos saberes dos professores e professoras depende de fenômenos concretos e, como afirma o autor, amalgamados pela aquisição durante a formação acadêmica na agência formadora, pela interação e socialização na vida prática, pelos antecedentes pessoais do professor ou professora entre outros. Altet (2001, p.29) esclarece que

[...] os saberes dos docentes não corresponde a um conhecimento no sentido usual do termo, eles se referem muito mais a representações concretas, específicas; são práticas orientadas para o controle das situações, as soluções de problemas, a realização de objetivos em um contexto. Em resumo, trata-se de saberes pragmáticos, isto é, no sentido primeiro do termo, de saberes construídos em contato com as coisas em si, isto é, situações concretas do ofício de professor.

Sem dúvida que esses saberes são (re)modelados ou (re)construídos no exercício da profissão e se refletem também nos saberes transmitidos pela agência formadora, na formação inicial, como elementos para a profissionalização inicial.

Vale ressaltar que não se pretende discutir o modelo profissional e a profissionalização docente, já que não se trata do objeto de estudo desta pesquisa, mas esses temas não podem estar ausentes da base das discussões teóricas que se pretende levantar.

Como esclarece Ramalho e Núñez (1998a), a tendência atual proposta para uma concepção de ensino e docência passa em revista. Propõe a superação de práticas que já não são respostas às necessidades de uma sociedade em processo de grandes mudanças. Nessa perspectiva, o exercício da profissão do ensino estará fundamentalmente definido por um processo formativo de elevado nível teórico-metodológico, isto é, por uma base de

conhecimentos multirreferenciais, norteados pelos princípios definidos pelo *modelo formativo profissional*.

Essa tendência formativa significa, portanto, conceber o professorado como implementador e facilitador do processo ensino-aprendizagem, levado a assumir, então, uma prática crítico-reflexiva, autônoma e responsável perante sua ação profissional, assegurando-lhe um lugar de produtor de saberes e investigador de sua própria prática, como atitudes profissionais (RAMALHO; NÚÑEZ, 1998a).

Os estudos sobre profissionalização docente que se desenvolvem na Linha de Pesquisa Formação e Profissionalização Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) têm como um dos focos de sua atenção os estudos de saberes necessários à formação inicial como parte da base de conhecimentos que caracteriza cada profissão. Para Ramalho e Núñez (1998a, p.54),

A formação inicial tem uma importância extraordinária, no sentido de poder antecipar e contribuir no desenvolvimento de uma evolução global da profissionalização, entendida como um processo sócio-histórico, dirigido a preparação de um profissional com determinadas competências, saberes iniciais que lhe permita continuar e/ou modificar seu grau de profissionalização.

A expectativa, como afirmam os autores, é que ele (professor) seja capaz de superar hábitos de uma antiga tradição pedagógica centrada na reprodução de conhecimentos, saberes, procedimentos didático-pedagógicos e avaliativos produzidos, normalmente, por outros indivíduos e circunstanciados em outros contextos.

Para tanto, sinaliza-se a importância das investigações sobre os saberes na formação inicial, como afirma Monteiro (2003, p. 7):

[...] mais pesquisas precisam ser realizadas para que possamos melhor conhecer os processos em curso nas atividades de ensino, pesquisas em que as categorias de análise articulem referenciais do campo educacional com aqueles dos campos disciplinares envolvidos, e que reconheçam a especificidade dos saberes docentes.

Nessa linha de pensamento, esta pesquisa se orienta ao estudo de saberes no contexto das pesquisas contemporâneas sobre a profissionalização docente. Como já afirmado anteriormente, as visões tradicionais e clássicas sobre a Tecnologia influenciam em como e o que ensinar. Isso requer dos professores e professoras novas posturas no sentido de reorientar para a inovação na didática do ensino de Química. Não obstante, esse processo inovador ou proposta alternativa de trabalhar dito componente no Ensino Médio não deve atingir apenas os professores e professoras em formação, mas também os professores em exercício, os professores formadores, os materiais didáticos divulgados, a sociedade, os meios de comunicação etc.

### 3.2 Situando o estudo dos saberes docentes sobre a Tecnologia

Pesquisas têm identificado diferentes tipos de saberes que conformam a complexidade dos saberes docentes. Gauthier (1998), Pórlan, Rivero e Martín (1997, 1998), Shulman (1987), Tardif (2002) têm proposto distintas tipologias. Esta pesquisa focaliza sua atenção em dois tipos de saberes na formação inicial: os disciplinares, proporcionados, principalmente, pela agência formadora e os saberes didáticos para trabalhar a Tecnologia na disciplina de Química no Ensino Médio.

Na formação inicial, os saberes disciplinares, embora não sejam suficientes, têm grande importância, pois, segundo Marcelo Garcia (1992a), o conhecimento que os professores têm sobre o que irão ensinar influencia no que selecionam para ensinar e na forma de ensinar. Esses saberes referem-se ao que é produzido pelos pesquisadores e cientistas nas diversas disciplinas científicas e legitimado pela academia (RAMALHO; NÚÑEZ; GAUTHIER, 2003), os quais Lopes (1999) identifica – com relação à Química – como o *conhecimento científico produzido pela química e suas especificidades*.

Trabalhar a Tecnologia requer dos professores e professoras, a princípio, não só o reconhecimento de que a visão adotada sobre seu significado terá implicações no ensino, mas ainda o domínio do corpo teórico que se refere aos conhecimentos químicos e da tecnologia presente nos processos químicos industriais, incluindo os rejeitos (subprodutos) e as formas de minimizar o impacto desses no ambiente e sua relação com a sociedade.

Assim, numa primeira aproximação, os saberes disciplinares para trabalhar a Tecnologia na disciplina de Química, a serem propiciados pela agência formadora na formação inicial dos

futuros professores e professoras, podem ser expressos em conteúdos que envolvem saberes, tais como:

- (a) diferenciar Tecnologia e Ciência;
- (b) conhecer processos da produção na Indústria Química;
- (c) selecionar processos químicos industriais, seus produtos e subprodutos, vinculando-os às relevâncias locais, regionais, nacionais, à economia e às implicações ambientais, sociais, econômicas etc.
- (d) conhecer os processos tecnológicos, a organização do trabalho na indústria, os aparelhos e equipamentos;
- (e) identificar os conteúdos e os princípios químicos e tecnológicos envolvidos no processo industrial;
- (f) conhecer sobre a História da Tecnologia na indústria química.

Os saberes disciplinares constituem mais um dos elementos, ainda que importante, no conjunto dos saberes necessários ao professor ou à professora para atuar, de forma mais adequada, na sala de aula. Outros que compõem esse conjunto incluem, por exemplo, os saberes curriculares, os saberes da tradição pedagógica, os saberes das Ciências da Educação – que inclui outros como: os saberes da psicologia, da pedagogia, da didática etc. – bem como da especificidade das Ciências Experimentais (PORLÁN; RIVERO, 1998). Como esclarecem Ramalho, Nuñez e Gauthier (2003), os saberes das Ciências da Educação estão ligados ao *métier* de ensinar e permeiam a maneira do professor agir profissionalmente. O amálgama desses

saberes reflete-se na forma como mediar tais conhecimentos, a fim de que o aluno ou a aluna possa incorporá-lo significativamente (COCHRAN, 1997).

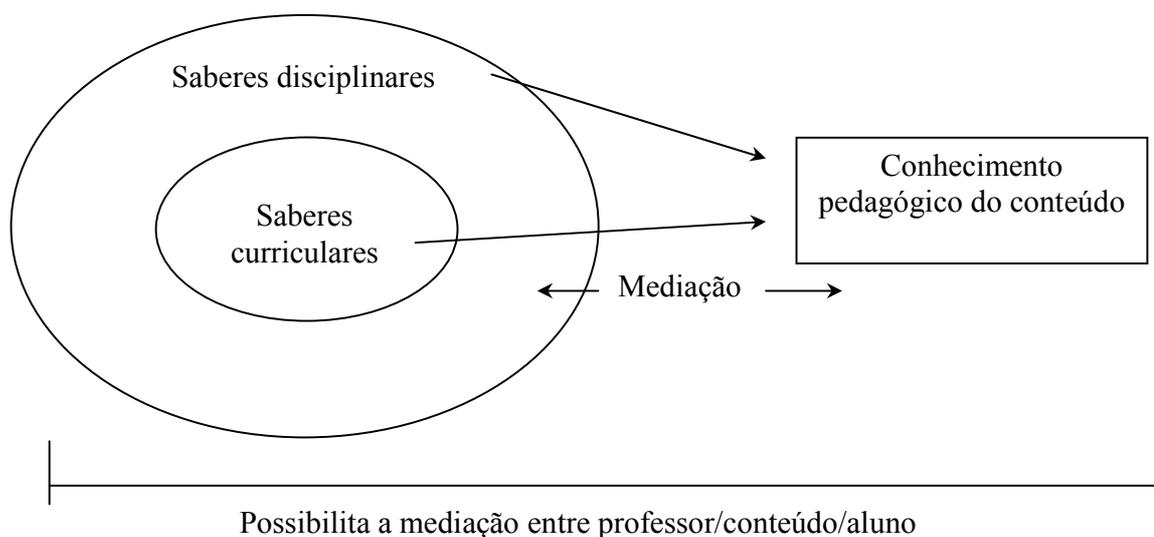
Autores como Furió (1994) afirmam que a ausência ou a deficiência de saberes disciplinares constitui limitações para que sejam efetuadas as inovações no ensino por professores e professoras. O ensino dos conteúdos de uma disciplina exige, além do domínio do corpo teórico, a compreensão das estruturas dos conteúdos, a sua organização num corpus considerado nos programas escolares – saberes curriculares –, para que se tornem compreensíveis ao aluno (LOPES, 1997), isto é, define-se como pode ser ensinado um dado conteúdo, para alunos específicos, num dado contexto, de forma significativa, propiciando a aprendizagem. É o que Schulman (1987) denomina de *conhecimento pedagógico do conteúdo*.

Entende-se, assim, que o conhecimento pedagógico do conteúdo refere-se ao conhecimento que permite ao professor ou à professora transformar o conteúdo da disciplina em um conhecimento *ensinável*, o que implica, entre outros, ter um conhecimento sólido do conteúdo, conhecer as idéias de seus alunos e alunas considerando suas particularidades. Em síntese, fazer compreensíveis os conteúdos da Tecnologia envolvidos na indústria química e suas relações com a Sociedade e a Ciência, saber relacionar os conceitos e princípios químicos, tecnológicos, leis e teorias com as produções químicas, propiciando a ligação da teoria com a prática, intencionando dar clareza aos conteúdos acadêmicos, por vezes fechados, tanto nos contornos da sala de aula como nos livros e materiais didáticos.

A formação inicial deve prestar atenção a esse tipo de saber, essencial para o trabalho do professor como profissional. Na aula, ele ou ela interage com os alunos e as alunas, ao mesmo tempo em que avaliam a compreensão do conteúdo ministrado. O amálgama das relações entre os

saberes constitui elemento essencial para mediar essa perspectiva entre professor, aluno e conteúdo.

Segundo Neves et al. (2002), não é suficiente saber Química para ser professor de Química. Os saberes disciplinares, geralmente, são estudados à margem do conhecimento pedagógico dos conteúdos, uma vez que a formação acontece fragmentada e desconectada da atividade profissional. O Esquema 1, a seguir, apresenta a relação entre os saberes disciplinares, curriculares e o conhecimento pedagógico do conteúdo (NEVES et al., 2002), constituindo, segundo os autores, uma das chaves da profissionalização docente:



Esquema 1: Chave da profissionalização docente

Nesse sentido, a não-profissionalização do professor pode caracterizar-se pela presença de determinados hábitos que poderão persistir em sua prática, sobretudo nos níveis iniciais do sistema de ensino, como, por exemplo, dar ênfase à Tecnologia subordinada a conhecimentos científicos; daí a importância de se estabelecer critérios para poder entender as relações entre a Ciência e a Tecnologia, e compreender que não é simplesmente a aplicação de resultados. Em contrapartida, esse enfoque no ensino pode contribuir com limitações na aprendizagem dos alunos e das alunas do Ensino Médio, gerando uma visão fragmentada e limitada da Tecnologia como Ciência Aplicada, compreendendo-a como artefatos, materiais, equipamentos e produtos.

Esses saberes precisam ser identificados e relacionados com as idéias que os futuros professores e professoras de Química possuem sobre Tecnologia, sobre a relação dessa com a Ciência e sobre seu ensino, assim como as possibilidades de como trabalhar esses conteúdos nas aulas de Química, por meio dos processos químicos industriais.

Algumas investigações apontam para a necessidade de rever a formação dos professores e professoras para trabalhar a Tecnologia, considerando que suas idéias, concepções e valores refletem-se em suas ações nas salas de aula (ACEVEDO, 1996; 1998; AIKENHEAD, 1988; VILCHES; FURIÓ, 2000; CAJAS, 2001; UTGES et al., 2001).

### **3.3 Investigando as idéias/saberes em futuros professores e professoras de Química**

Ao (re)visitar algumas idéias discutidas nesta tese é possível resumir os seguintes aspectos: no contexto educativo, a Tecnologia já nasce órfã, pois são distintos seus significados além de sua interface com a Ciência, o que pode provocar visões distorcidas, como a aplicação do conhecimento científico e/ou tecnológico; as idéias assumidas para a Tecnologia refletem-se no ensino, dependendo, principalmente, da finalidade ou objetivo educativo que se almeja, podendo enveredar por distintas modalidades, desde o ensino por meio de inserções da temática ou como disciplina específica; o tipo de enfoque adotado para o ensino da Tecnologia pode abordar a preparação para uma determinada profissão, confundindo-se em alguns pontos com o ensino profissionalizante; os PCNEM argumentam sobre a possibilidade de trabalhar a Tecnologia no Ensino de Química e detêm-se na abordagem das produções químicas industriais como uma potencialidade.

Na focalização desses pressupostos, dois aspectos são relevantes: a preparação dos professores e a elaboração de material ou recurso didático.

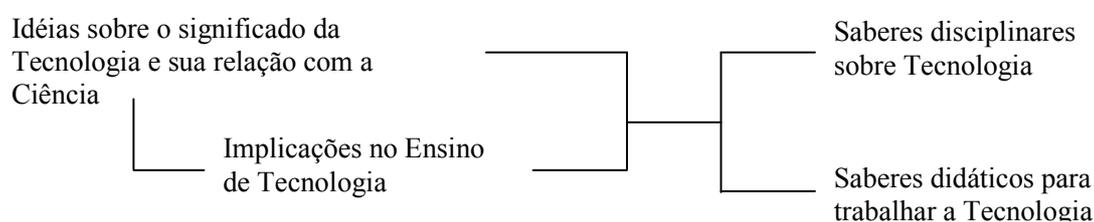
Essas ponderações levam a questionar como os professores e professoras estão sendo preparados para esse desafio. Indaga-se, por exemplo: o que pensam os futuros professores e professoras sobre a Tecnologia? Como trabalhá-la na disciplina de Química? Que saberes são necessários para este agir? Como planejar atividades para trabalhar os processos químicos industriais com alunos e alunas do Ensino Médio?

Tais questionamentos tomaram corpo na pesquisa, que propõe, na primeira fase, desvelar nos futuros professores e professoras de Química, licenciandos na Universidade Federal do Rio

Grande do Norte, as idéias e saberes sobre a Tecnologia, os quais permeiam os processos químicos industriais, a fim de fornecer informações à agência formadora que sirvam como elementos para a reflexão na formação docente. Com tal objetivo, abordaram-se os seguintes aspectos:

- (a) as idéias sobre a Tecnologia e sua relação com a Ciência;
- (b) quais saberes disciplinares para trabalhar a Tecnologia;
- (c) como trabalhar a Tecnologia a partir dos processos químicos industriais no Ensino Médio.

As questões de estudo visavam apreender idéias sobre Tecnologia e sua relação com a Ciência, os saberes disciplinares e didáticos, expressos em: o que ensinar de Tecnologia? Que enfoque abordar para o ensino da Tecnologia na disciplina de Química no Ensino Médio? Que conteúdos selecionar do programa de Química para ensinar sobre Tecnologia? Como ensinar, e que recursos e atividades propor?. O Esquema 2, a seguir, representa a relação entre esses pontos na pesquisa:



Esquema 2: Relações entre idéias/ saberes docentes sobre a Tecnologia

### 3.3.1 O contexto da pesquisa

No Rio Grande do Norte, existem duas agências formadoras que oferecem o curso de Licenciatura em Química, uma estadual – Universidade Estadual do Rio Grande do Norte, UERN – situada em Mossoró, e outra federal – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN – em Natal. Nesta última é que se desenvolveu a pesquisa em análise.

A UFRN contava no primeiro semestre de 2003 com 15.333 alunos de graduação cujo ingresso pode se dar por meio de seleção (vestibular) ou reingresso, transferência entre instituições e mudança de curso para o caso de haver vagas remanescentes.

O curso de Licenciatura em Química oferece anualmente 50 vagas, sendo 20 para o período diurno e 30 para o noturno. Do total de alunos matriculados no curso<sup>11</sup>, 103 estão no turno diurno e 127 no noturno. Desses, em média, apenas 10 ao ano chegam a concluir o curso, um número pequeno, se se compara, por exemplo, o número de professores (1.120) e o número de alunos matriculados (37.530) no Ensino Médio, tão-somente nas escolas públicas de Natal<sup>12</sup>.

No turno noturno, nas disciplinas de Química são oferecidas vagas, na maior parte, apenas para alunos e alunas de Licenciatura; já no diurno, podem se matricular tanto alunos(as) dos cursos de Engenharia e Bacharelado em Química e Farmácia como de Licenciatura, caracterizando, assim, uma turma heterogênea. Esse recorte sugere que as orientações para as aulas no turno noturno apresentam uma perspectiva diferenciada, já que a maioria são alunos e alunas do curso de Licenciatura.

---

<sup>11</sup> Dados do ano letivo de 2002.

<sup>12</sup> Fonte: GAEE/AT/SECD/RN – 2003 – Dados Preliminares.

Há ainda uma diferença nos programas curriculares dos cursos de Licenciatura entre os turnos, em termos de número de disciplinas, refletindo-se na duração média do curso (4 anos para o diurno e 5 para o noturno). O turno diurno possui um número maior de disciplinas obrigatórias que o noturno, o que, justifica a agência formadora, se deve ao fato de ser o curso noturno direcionado à clientela que se encontra no mercado de trabalho. Mesmo assim, ambos mantêm o formato de  $\frac{3}{4}$  de disciplinas em química e  $\frac{1}{4}$  de disciplinas para a formação didático-pedagógica.

Esse fato, mesmo tendo merecido destaque, não rendeu uma investigação mais aprofundada, devido às limitações impostas pelo tempo. Ainda assim, tal análise pouco fundamentada, pode levar a sugestão de que os licenciandos em Química formados no turno noturno possuem uma preparação profissional, em termos de conteúdos disciplinares, mais superficial, se comparados àqueles oriundos do diurno.

O gráfico, a seguir, apresenta uma comparação entre o número de disciplinas obrigatórias do diurno e do noturno oferecidas para o curso de Licenciatura em Química da UFRN.

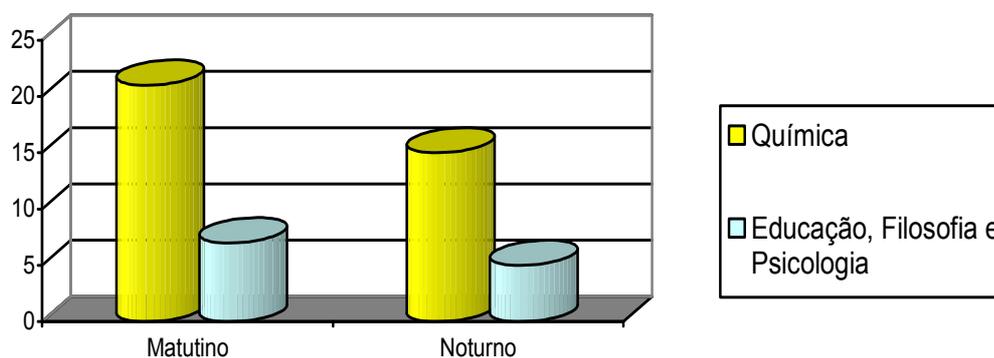


Gráfico 1: Número de disciplinas obrigatórias no currículo do curso de Licenciatura em Química nos turnos diurno e noturno

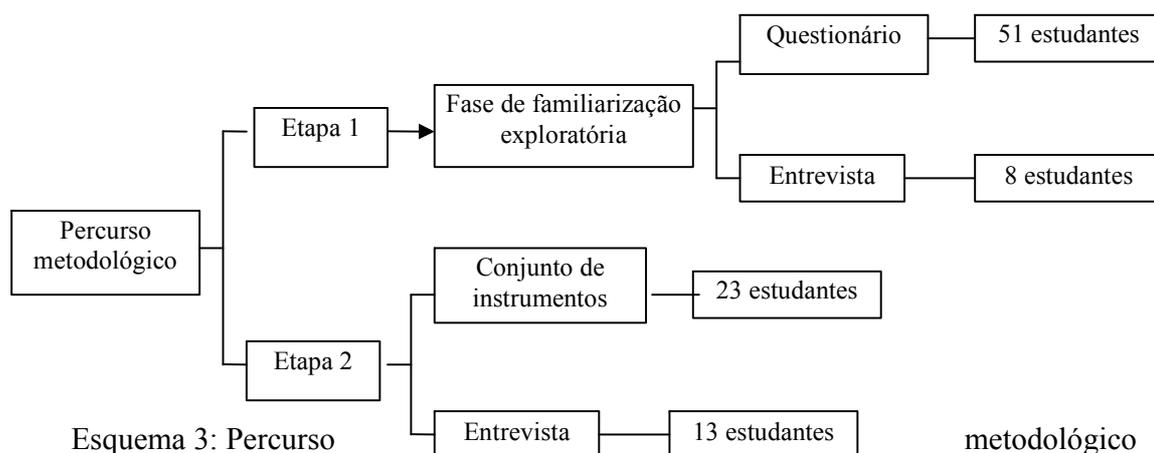
Vale ressaltar que o curso de Licenciatura em Química, como todos os demais cursos de formação docente, passa por um período de reestruturação, segundo as orientações do Ministério da Educação e Cultura expressas nas Resoluções CP/CNE 1 e 2, de 18 e 19 de fevereiro de 2002.

O referencial empírico teve como participantes os estudantes do curso de Licenciatura em Química, que se encontravam entre o 3º e 8º – último período. Participaram desta investigação um total de 74 estudantes, entre os anos de 2001 e 2003.

### 3.3.2 Percurso metodológico

O percurso para a construção e (re)elaboração de uma alternativa metodológica com instrumentos capazes de apreender as idéias/saberes de licenciandos de Química organizou-se a partir de questionários com perguntas abertas e fechadas e entrevistas semi-estruturadas.

O esquema 3, a seguir, apresenta os tipos de instrumentos que foram utilizados, ressaltando que estes foram divididos em duas etapas:



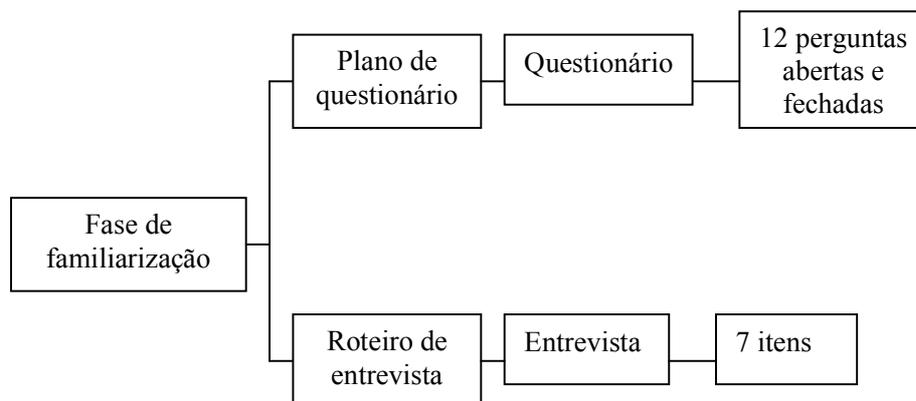
Na etapa 1, foram utilizados dois instrumentos: questionário e entrevista; na etapa 2, foram elaborados 3 instrumentos quais sejam: questionário com perguntas abertas, elaboração de um texto e planejamento de uma disciplina, e uma entrevista, efetivada posteriormente à aplicação desses instrumentos.

### **3.3.2.1 Etapa 1 – Fase de familiarização exploratória**

A Etapa 1, de caráter exploratório, foi denominada de familiarização. Objetivava uma primeira aproximação da pesquisa (e da pesquisadora), sobre as idéias/saberes dos licenciandos e, conseqüentemente, o aperfeiçoamento de novos instrumentos. Abordaram-se pontos como:

- a) a visão de Tecnologia;
- b) a relação entre a Ciência e a Tecnologia;
- c) as informações sobre as principais indústrias químicas locais;
- d) o grau de preparação para trabalhar os processos químicos industriais no Ensino Médio.

Nessa etapa, dois instrumentos foram utilizados: um questionário, contendo 12 perguntas, sendo dez abertas e duas fechadas, e uma entrevista semi-estruturada com 7 itens (Anexo B). O esquema, a seguir, apresenta as fases percorridas:



Esquema 4: Instrumentos utilizados na Etapa 1

Apesar das limitações desse instrumento (LAVILLE; DIONNE, 1999) – no caso do questionário, as perguntas fechadas, por exemplo, admitirem apenas respostas predeterminadas; no caso de perguntas abertas, há a possibilidade das respostas distanciarem das expectativas da pesquisa –, o questionário se mostrou adequado para fazer um levantamento dos diferentes aspectos sobre o objeto de estudo e indicar algumas das idéias gerais, proporcionando um espectro amplo das respostas. Além disso, possibilitou o entendimento dos recursos argumentativos e lingüísticos que os(as) professores(as) utilizam e imprimiu maior rapidez à coleta, pois se intencionava aplicar, simultaneamente, a um número de 51 estudantes que se encontravam entre o 3<sup>o</sup> e 8<sup>o</sup> período do curso superior.

O questionário foi aplicado durante três das disciplinas específicas – História da Química, Instrumentação para o Ensino e Prática de Ensino – do curso de Licenciatura em Química nos turnos diurno e noturno. Apesar de o objetivo ser conhecer as idéias de futuros professores de

Química, o que significaria incluir como referencial empírico apenas os licenciandos, contou-se com alunos de outros cursos que cursavam essa disciplina. Esses, por sua vez, foram incluídos na pesquisa, visto que, em geral, atuam nas escolas como professor de Química do Ensino Médio, embora sejam profissionais de outras áreas. O gráfico, a seguir, mostra o percentual dos participantes dos distintos cursos:

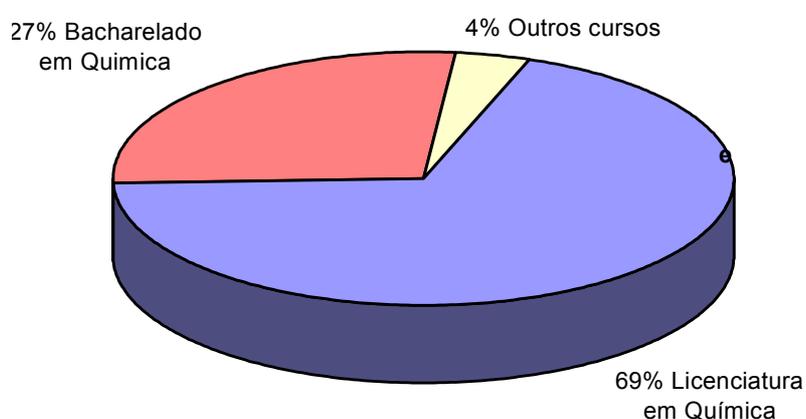


Gráfico 2: Percentual dos participantes por curso no questionário – Etapa 1

Pode-se observar que a maior parte dos participantes (69%) são estudantes do curso de Licenciatura em Química, o que é explicável, vez que as disciplinas que cederam o horário para a aplicação do questionário eram desse curso. Na tabela, a seguir, são apresentadas algumas informações sobre os 51 participantes que responderam o questionário, sendo poucos os que omitiram algumas informações.

Tabela 1: Caracterização dos participantes do questionário - Etapa 1

<i>Participantes</i>	<i>Curso de Graduação</i>				<i>Professor</i>		<i>Sexo</i>		<i>Faixa etária</i>	
	Bach	Licenc	Outro	Total	Sim	Não	F	M	20-30	31-40
<i>Graduados</i>	3	-	-	3	1	2	2	1	3	-
<i>Estudantes</i>	11	35	2	48	13	35	15	33	43	4
<b>Total</b>	14 (27%)	35 (69%)	2 (4%)	51 (100%)	14 (27%)	37 (73%)	17 (33%)	34 (67%)	46 (90%)	4 (10%)

Siglas:

Bach = Bacharelado em Química

Licenc = Licenciatura em Química

Outro = outros cursos de graduação (Engenharia Química e Farmácia)

Dos participantes, 3 haviam cursado primeiramente Bacharelado e estavam fazendo, pela segunda vez, um curso superior (Licenciatura). Essa situação pode ser explicada pelo fato de o mercado de trabalho absorver, segundo os próprios participantes, preferencialmente licenciados.

Do conjunto dos participantes, 27% já se encontram no mercado de trabalho, variando entre licenciandos e bacharelados em Química. Esse dado pode representar uma carência de profissionais no Ensino de Química, no mercado de trabalho, o que já se insinuava anteriormente pelos dados do censo escolar de 2002, fornecidos pelo INEP-RN. Observa-se também um desequilíbrio em termos da categoria de gênero, com 67% de homens. A faixa etária revela uma concentração da maior parte dos participantes (90%) com idade entre 20 e 30 anos. Esse dado sinaliza para um grupo relativamente jovem de futuros docentes.

Para organização dos dados, os questionários foram distribuídos em dois grupos: aqueles respondidos pelos participantes em atuação docente (PA) e os respondidos pelos participantes em formação (PF), pois poderia haver diferenças nas idéias apresentadas devido à experiência

profissional. O instrumento em questão foi submetido à análise para a validação, sendo feitas algumas considerações por um professor do Departamento de Química e por outro de Educação, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, que ministram as disciplinas de Química Industrial Básica e Prática de Ensino, respectivamente. As respostas foram categorizadas (BARDIN, 1977) e posteriormente agrupadas de acordo com as questões de estudo, a fim de identificar a tendência das idéias de ambos os grupos. A organização das respostas foi processada em tabelas para cada pergunta, sendo os resultados classificados, inicialmente, em: *respostas afirmativas, negativas, não respondeu a pergunta e respondeu afirmativo ou negativo, mas não esclareceu a idéia*. Subseqüentemente, foram determinados os respectivos percentuais de cada resposta obtida.

Após a análise das respostas, foi elaborado o roteiro da entrevista (Anexo B), que visava esclarecer algumas respostas do questionário. A entrevista foi realizada no transcurso da disciplina de Prática de Ensino em Química apenas com um grupo de 8 licenciandos que se encontravam no final do curso de Licenciatura em Química. Vale salientar que esse grupo havia respondido o questionário, por isso mesmo poderia apontar para uma maior proximidade quanto ao sentido das idéias. Por outro lado, nenhum desses participantes possuía experiência pré-profissional como docente. Entendeu-se, assim, que tal opção caracterizava melhor a proposta da investigação relativa à contribuição em termos de saberes pela agência formadora.

Optou-se pela entrevista em coletivo, tanto devido ao tempo disponibilizado, pelos participantes, como também, ao fato de acreditar na capacidade argumentativa dos futuros professores e professoras sobre suas idéias e seus saberes (BORGES, 2002). Isso não significa que se considere o saber dos docentes apenas aquilo que é da ordem do discurso, mas que, tendo em vista o objetivo de captar o que pensam e dizem, deve-se estar consciente das possibilidades e

limites dessa opção. Inicialmente, fez-se uma explanação sobre a importância da colaboração dos participantes na atividade investigativa, com o intuito de deixá-los à vontade ou evitar algum tipo de inibição no momento de expressar suas idéias.

A entrevista foi gravada e as respostas transcritas, categorizadas e organizadas em tabelas (BARDIN, 1977), procurando-se identificar as categorias e esclarecer as respostas que orientassem a perspectiva geral das idéias/saberes desses futuros professores.

Durante a análise dos resultados do questionário foi possível perceber algumas fragilidades, como questões não respondidas ou respostas evasivas. No transcurso da entrevista, o grupo de entrevistados, sinalizava com maior ênfase aspectos relativos a questões éticas, valores e atividades dos cientistas e tecnólogos para com o ambiente e a sociedade. Uma outra limitação que merece registro diz respeito ao distanciamento do instrumento da questão dos saberes dos futuros professores de Química.

Nesse sentido, considerando que a Etapa 1 constituía uma familiarização com as questões de estudo, a construção e reconstrução dos instrumentos faziam parte do desenvolvimento da pesquisa e experiência da pesquisadora.

Essa análise levou a rever e reformular os instrumentos, dando origem à Etapa 2. Nesta, incluíam-se três instrumentos na busca de uma alternativa metodológica que se aproximasse do objeto de estudo, sendo discutidos e validados por 4 professores/pesquisadores.

### 3.3.2.2 Etapa 2 da pesquisa

Participando dessa etapa apenas licenciandos em Química, no total de 23 participantes durante 4 semestres (outubro de 2001 a março de 2003). Os instrumentos foram aplicados durante as aulas de Prática de Ensino em Química. A tabela 2, a seguir, apresenta informações gerais que caracterizam os participantes dessa etapa.

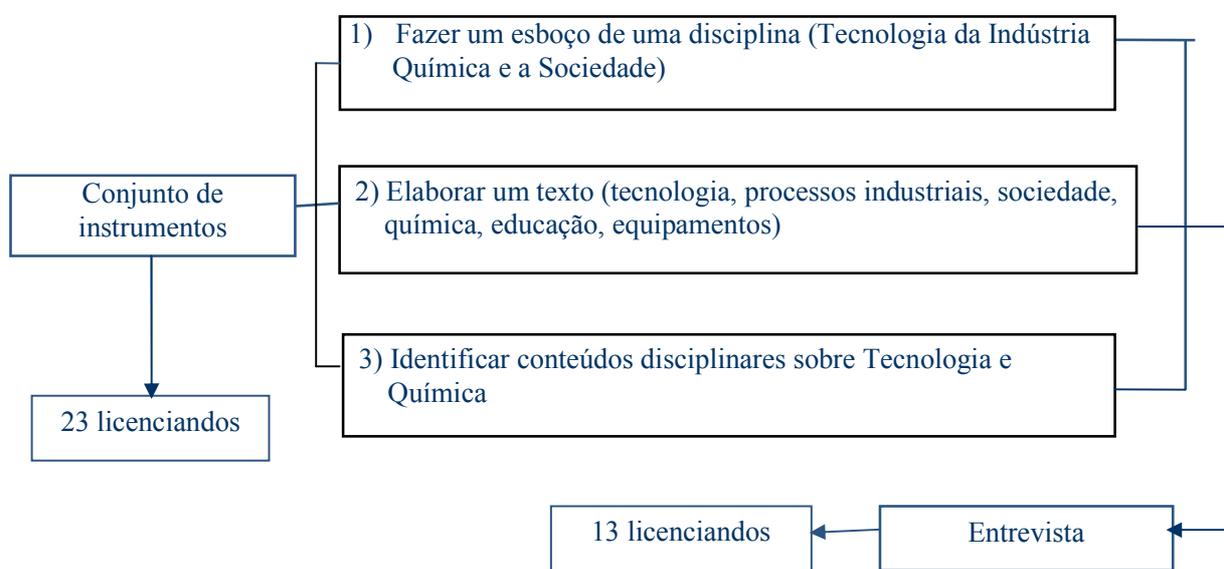
Tabela 2: Caracterização dos participantes do conjunto de instrumentos - Etapa 2

<i>Atuam como professor</i>		<i>Sexo</i>		<i>Faixa etária</i>		<i>Trabalhou em indústria</i>		<i>Deseja exercer atividade docente</i>		<i>Atuou como professor</i>	
Sim	Não	F	M	22-30	41-43	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
7 30,4%	16 69,6%	10 43,5%	13 56,5%	21 91,3%	2 8,7%	3 13%	20 87%	13 56,5%	10 43,5%	17 74%	6 26%

Observou-se que, dos participantes, 91,3% se encontra na faixa etária de 22 a 30 anos, caracterizando-se por um grupo jovem; os outros (entre 41 e 43 anos) faziam pela segunda vez um curso superior, porque já estavam no mercado de trabalho como professores. Desse grupo, 74% já exerceram atividade docente e 30,4% ainda exercem, entretanto 56,5% gostariam de trabalhar como professor ou professora, refletindo o interesse pelo exercício da profissão. Os demais afirmaram preferir atuar em laboratórios de pesquisa ou fazer outro curso, seja de pós-

graduação ou bacharelado. Apenas 13% já haviam trabalhado em indústria, mas nenhuma do ramo da química.

Essa etapa era composta de uma combinação de instrumentos, conforme o esquema abaixo:



Esquema 5: Instrumentos utilizados na Etapa 2 da pesquisa

No primeiro instrumento, era apresentada uma situação fictícia ao licenciando, na qual ele(a) era o(a) professor(a) de Química, tendo que planejar uma disciplina chamada *Tecnologia da Indústria Química e Sociedade*, com carga horária de 60 horas que seria ministrada a alunos e alunas da 3ª série do Ensino Médio. Solicita-se que ele(a) descreva como concebe tal disciplina, incluindo os objetivos, os conteúdos do programa, as estratégias de ensino, os recursos e o que pensa ser necessário para ministrar o programa por ele elaborado. Pretende-se conhecer os

saberes do licenciando para trabalhar os processos químicos industriais e seu grau de preparação para executar essa atividade, segundo sua opinião.

O planejamento das atividades de ensino representa uma complexidade, consistindo para os licenciandos como uma hipótese inicial de trabalho. Esse, por sua vez, orienta a intencionalidade educativa, dialoga com as formas dos licenciandos delinearem os processos de aprendizagem de seus futuros alunos e alunas. É evidente, que existe uma distância entre a intencionalidade do planejamento e a prática na sala de aula, entretanto, o primeiro representa um modelo criado pelos licenciandos segundo uma dada lógica especulativa com relação à sua futura prática docente. Por meio do planejamento da disciplina, procura-se uma aproximação aos saberes didáticos dos futuros professores e professoras para trabalhar a Tecnologia na disciplina de Química do Ensino Médio.

No segundo instrumento, era solicitado ao licenciando que elaborasse um texto envolvendo palavras relacionadas com os objetivos da pesquisa, como tecnologia, processos químicos industriais, sociedade e outros. Entendeu-se que a análise do conteúdo permitiria conhecer as idéias sobre a Tecnologia, sobre a relação com a Ciência e sobre o ensino de Tecnologia.

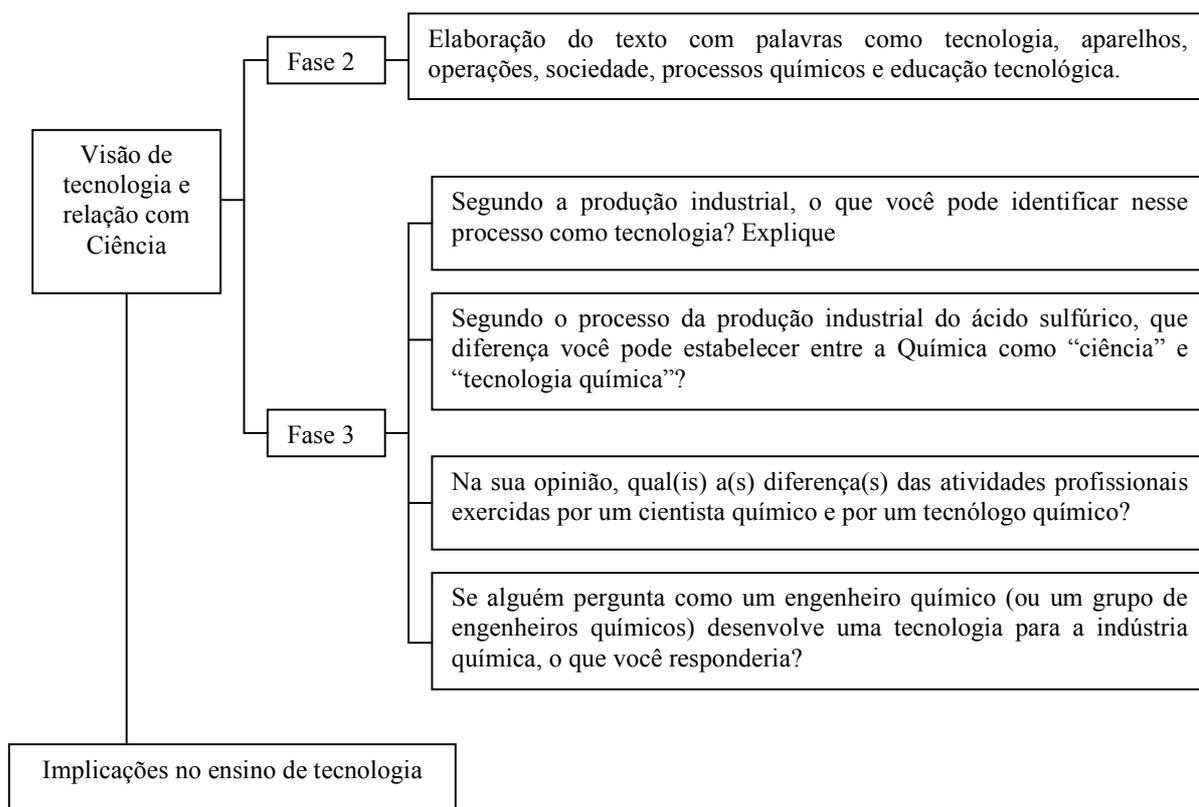
O último instrumento, um questionário composto de perguntas abertas, foi organizado em duas partes. Na primeira, constavam 4 perguntas que abordavam pontos sobre o significado de Tecnologia e sobre sua relação com a Ciência. Na segunda, era apresentado um texto resumido da síntese da produção industrial do ácido sulfúrico<sup>13</sup> seguido de 3 perguntas abertas referentes ao texto, no qual se intencionava uma aproximação aos saberes disciplinares. As respostas do

---

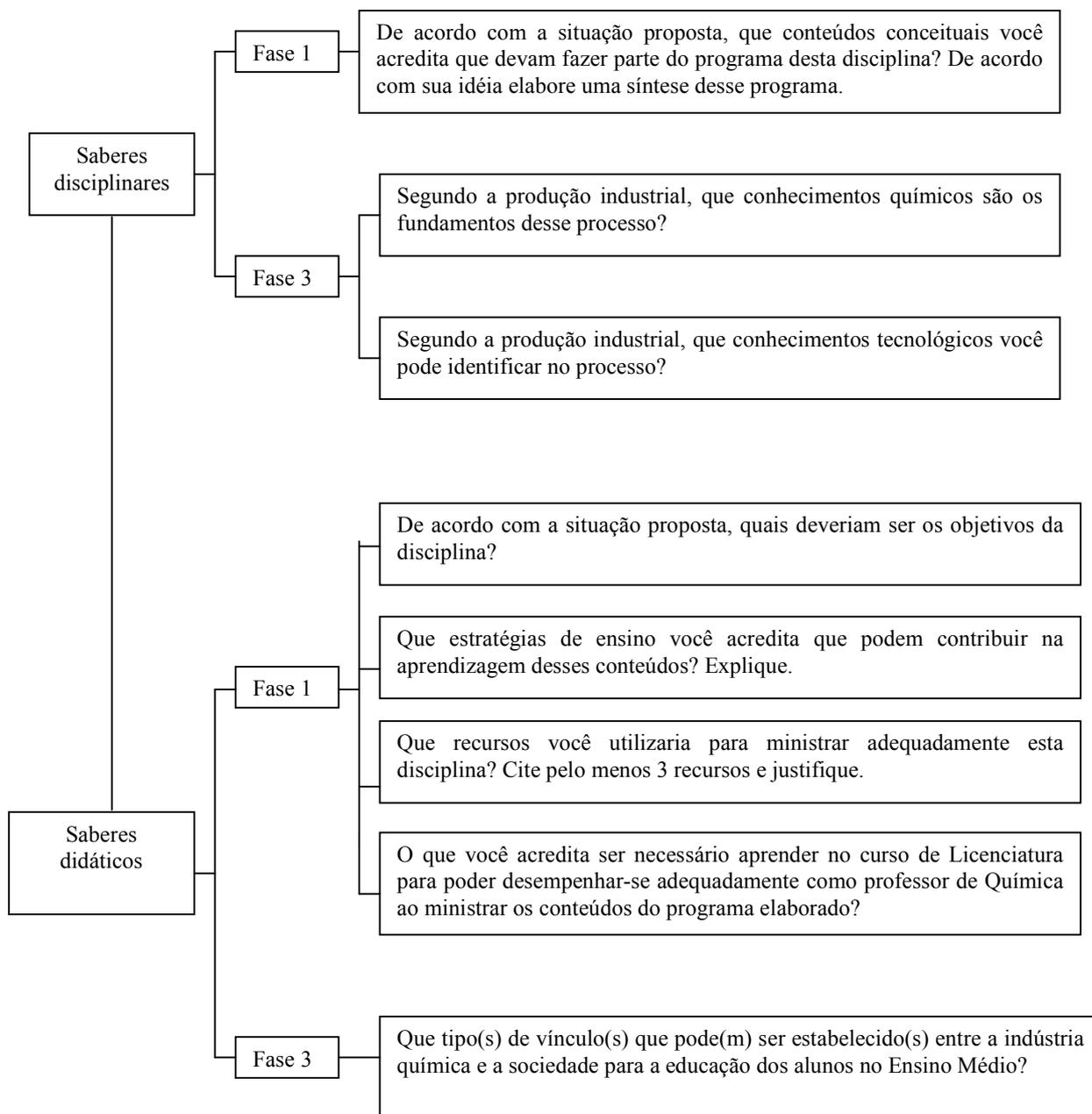
<sup>13</sup> O resumo desta produção teve como referências: Pena et al. (1991), Simó e Prieto (1984), Shreve e Brink (1980) e Jaffe (1963).

conjunto de instrumentos foram organizadas em tabelas e categorizadas, seguindo a mesma orientação que o tratamento dos dados da Etapa 1.

A combinação dos instrumentos dessa etapa possibilitaria uma visão global dos saberes disciplinares e didáticos dos licenciandos em Química da UFRN, pois a idéia de Tecnologia, a relação desta com a Ciência e o conhecimento das principais produções industriais estão intimamente relacionadas com o ensino da Tecnologia, isto é, o que pensam poderá influenciar *em que e como ensinar*. Os esquemas 6 e 7, a seguir, apresentam os planos dos instrumentos da Etapa 2, com os pontos abordados e suas respectivas perguntas para cada questão de estudo.



Esquema 6: Plano geral dos instrumentos da Etapa 2 – Idéias sobre Tecnologia



Esquema 7: Plano geral dos instrumentos da Etapa 2 – Saberes disciplinares e didáticos

A entrevista aconteceu em coletivo, por haver o interesse em escutar e esclarecer as idéias do grupo como um todo. Além disso, levou-se em consideração a pouca disponibilidade de tempo dos licenciandos, o que definiu a realização desta em dois turnos. Essa limitação de tempo disponível, segundo os participantes, deve-se ao número excessivo de disciplinas cursadas no final do curso, já que o enfoque maior é a conclusão do curso para que possam entrar no mercado de trabalho.

### **3.4 Aproximação das idéias/saberes em futuros professores e professoras de Química para trabalhar a Tecnologia no Ensino Médio**

Os resultados tanto da Etapa 1 como da Etapa 2 foram analisados e organizados segundo as categorias para cada questão de estudo, conforme o plano de instrumentos (Esquemas 6 e 7). Tal análise é apresentada nos itens a seguir.

#### **3.4.1 Idéias sobre o significado da Tecnologia e suas implicações para o ensino**

As respostas dos participantes – estudantes universitários em formação inicial – sobre a visão de Tecnologia foram tabeladas e categorizadas, sendo divididas em dois grupos, pois havia participantes que apenas estudavam – Participantes em Formação (PF) –, e outros já atuando

como professores – Participantes em Atuação (PA). Apesar disso, não foram observadas diferenças significativas nas respostas desses grupos. Entre os participantes da Etapa 2, a maior parte tinha experiência pré-profissional como docente, não sendo, por isso, necessário separá-los em grupos como se fez com os participantes da Etapa 1.

A Tabela 3, a seguir, apresenta as idéias que emergiram das respostas sobre esse item, sendo a nomenclatura a mesma adotada por Utges et al. (2001) nos questionários das etapas 1 e 2.

Tabela 3: Idéias sobre Tecnologia expressas pelos participantes - Etapas 1 e 2.

<i>Visão de tecnologia</i>	<i>Participantes em Formação (Etapa 1)</i>	<i>Participantes em Atuação (Etapa 1)</i>	<i>Licenciandos (Etapa 2)</i>
Tradicional	07 (36,8%)	08 (25%)	14 (60,9%)
Utilitária	06 (31,6%)	15 (46,9%)	03 (13%)
Estratégica	02 (10,5%)	05 (15,6%)	02 (8,7%)
Objetos físicos	01 (5,3%)	01 (3,1%)	04 (17,4%)
Não respondeu	03 (15,8%)	03 (9,4%)	0%
<b>Total</b>	<b>19 (100%)</b>	<b>32 (100%)</b>	<b>23 (100%)</b>

A visão nomeada de *tradicional* apresentava a Tecnologia como conhecimentos oriundos da Ciência. Muitos participantes, para expressar o significado da Tecnologia, optam pela comparação com a Ciência, como defende Acevedo (2003). Essa visão implica um ensino compartimentado apresentando, por exemplo, *como os conhecimentos químicos se aplicam em um determinado equipamento ou processo na indústria*. Tais idéias podem ser observadas, a

seguir, em alguns trechos das respostas dos participantes, relacionadas ao estabelecimento da diferença entre a Ciência Química e a Tecnologia Química em uma produção industrial.

Participante 9: (Etapa 2 – questionário)

*“Conhecimentos científicos como reações químicas, catalisador e as temperaturas utilizadas não foram obtidos pela tecnologia e sim através de pesquisas feitas pelas linhas de produção utilizando os conhecimentos químicos do pesquisador que com muita paciência e dedicação determinava os parâmetros utilizados nesses processos. A tecnologia executa os conhecimentos da química”.*

Participante 1: (Etapa 1 – questionário):

*“A Tecnologia é um conjunto de conhecimentos utilizados para um determinado fim. Estes conhecimentos vêm da aplicação da Ciência”.*

Em outros trechos do texto elaborado pelos participantes da Etapa 2, revelaram-se indícios dessa idéia que relaciona a acumulação de conhecimentos produzidos pela Ciência, como se pode observar no seguinte pronunciamento:

Participante 20: (Etapa 2 – elaboração do texto)

*“[...] na verdade, ciência e tecnologia são inseparáveis. A tecnologia é produto da ciência. Por trás das operações tecnológicas existem saberes acumulados na ciência indispensáveis para que o homem possa compreender o processo como um todo”[grifo nosso].*

Uma outra visão de Tecnologia também expressiva entre os participantes da Etapa 1 foi designada de *utilitária*. Nesse enfoque, apresenta-se Tecnologia como resolução de problemas práticos, envolvendo a construção e manuseio de objetos, como aparelhos e equipamentos, sendo, nesse processo, subordinada ao progresso. Dessa forma, o ensino estaria dependente dos conhecimentos científicos para desenvolver o papel de criação, inovação ou obtenção de produtos ou de equipamentos. Exemplos desse modelo podem ser observados no discurso a seguir:

Participante 19: (Etapa 1 – questionário)

*“A Tecnologia é uma série de descobertas e inventos. Com o passar do tempo, estes inventos vão sofrendo modificações e avanços”.*

Já outros participantes associaram a Tecnologia com objetos físicos ou produtos de informática:

Participante 20: (Etapa 1 – questionário)

*“Hoje tudo é Tecnologia, tudo o que você precisa hoje pode encontrar em computadores. Hoje os aparelhos de hospitais são mais sofisticados, tudo você faz usando o computador. Se você faz um exame, por exemplo, da sua garganta, o médico vê tudo pela telinha do computador. E na área da química também é muito vasta”.*

Também se focaliza a Tecnologia como propiciadora de melhores condições de vida. Essa idéia, nomeada de *estratégica*, e sustentada pelos participantes durante a entrevista, apresenta a

Tecnologia a serviço do desenvolvimento social e da melhoria da qualidade de vida das pessoas. Os modelos de visão estratégica e utilitária da Tecnologia são reforçados, ainda, por alguns participantes da Etapa 2, na elaboração do texto, ressaltando a posição tecnófila, tecnófoba e a intermediária, todas apresentadas por Manzano (1997). Alguns recortes desses textos são reproduzidas nos pronunciamentos a seguir:

Participante 8: (Etapa 1 – questionário) – posição intermediária

*“A Tecnologia é de alta importância no desenvolvimento da humanidade.. Sem o desenvolvimento da Tecnologia nossas vidas não seriam as mesmas porque a falta de Tecnologia significa atraso. O avanço da Tecnologia facilita cada vez mais a vida de muitos, mas em contrapartida prejudica as pessoas com o desemprego causado com o avanço tecnológico”.*

Participante 3: ( Etapa 2 – Elaboração do texto) – posição tecnófoba

*“A tecnologia nos dias atuais é sem dúvida uma grande parceira da vida moderna. Ela apresenta uma busca incessante da sociedade por uma vida mais prática e fácil, já que hoje as pessoas que a compõe, possuem um tempo muito resumido para realizar tarefas manuais, sejam elas domésticas ou não. Tendo em vista este progresso, a sociedade de um modo geral, não vê, ou se vê é conivente, que por trás da qualidade de vida, vem junto uma crescente desqualificação e desapropriação do trabalho humano. Os processos químicos realizados nas indústrias, produzem todos os dias rejeitos que poluem nossos rios e ar, prejudicando nossa fauna e flora, causando doenças gravíssimas ao ser humano, como também produzem impactos ambientais de repercussão global”[grifo nosso].*

Participante 8: (Etapa 2 – elaboração do texto) – posição tecnófila

*“[...] não se pode questionar que o homem vive em uma sociedade mais evoluída, que está fortemente ligado a inúmeros aparelhos frutos destas operações tecnológicas, podemos citar como exemplo, computadores, motores a combustão, etc. Os processos químicos são um dos principais fornecedores de elementos facilitadores para a vida humana”.*

O gráfico 3 apresenta, em termos percentuais, as idéias mais expressivas sobre a visão de Tecnologia apresentada pelos participantes.

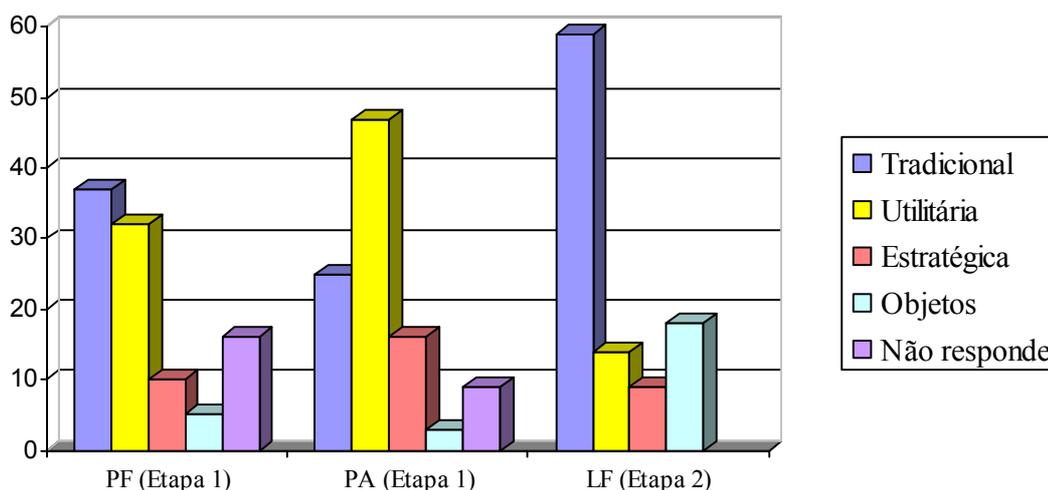


Gráfico 3: Idéias sobre Tecnologia expressas pelos participantes – Etapas 1 e 2

siglas: PF = participantes em formação (Etapa 1)  
PA = participantes em atuação (Etapa 1)  
LF = licenciandos em formação (Etapa 2)

Observa-se, segundo o gráfico acima, que a idéia sobre a Tecnologia que mais prevaleceu entre os participantes em formação – da Etapa 1 – foi a *tradicional*. Já os participantes em atuação como docente foi a *utilitária*. O que pode levar a pensar que há uma relação entre a idéia adotada sobre a Tecnologia e a prática docente. Apesar dessa sinalização, apenas com relação a esta questão de estudo, por limitações de tempo não foi possível ser aprofundada nesta pesquisa.

### 3.4.2 Idéias sobre a relação da Tecnologia com a Ciência

A idéia que mais aparece é da Tecnologia subordinada aos conhecimentos científicos (90% na Etapa 2 e 55% na Etapa 1). Esse modelo de *subordinação à Ciência*, baseado na Tecnologia como Ciência Aplicada apresentada por Bunge (1980) e criticada por De Vries (2003) e Layton (1988), reflete-se nas interações entre a educação científica e a tecnológica adotada na sala de aula. Em tal visão, o ensino de conhecimentos científicos dá-se a partir de ilustrações de como se pode utilizar a Tecnologia. Alguns exemplos a seguir expressam essa compreensão:

Participante 5: (Etapa 2 - questionário)

*“Ciência: é o estudo aprofundado de algo que você descobre, e fica procurando um meio para compreender e usufruir dessa descoberta. Tecnologia: é um aperfeiçoamento daquilo que já se conhece procurando industrializar e usufruir de certos bens. Ciência descobre e a tecnologia procura produzir algo em alta escala (industrializar)”.*

Participante 17: (Etapa 1 - questionário)

*“A relação entre Ciência e Tecnologia se dá numa globalização quando primeiramente a Ciência é quem faz a descoberta, e ao passar do tempo essa mesma Ciência é aplicada na Tecnologia e, tecnologicamente, a Ciência progride. A Tecnologia seria o aperfeiçoamento da aplicação científica”.*

Outra idéia expressa pelos participantes da Etapa 1 é a da relação de complemento ou dependência mútua entre a Ciência e a Tecnologia (35%). Os demais participantes dividiram-se em dois grupos: a metade que não opinou e outra metade associou esses dois modelos, como exemplificam os enunciados seguintes:

Participante 12: (Etapa 1 – questionário)

*“Uma não pode crescer sem o auxílio da outra”.*

Participante 20: (Etapa 2- questionário)

*“A Tecnologia está totalmente relacionada à Ciência. Não existe Tecnologia sem Ciência, mas existe Ciência sem Tecnologia. Mas cada uma precisa de conhecimentos da outra para desenvolver”.*

Os licenciandos apresentaram dificuldade para diferenciar a Ciência da Tecnologia, o que pode constituir limitações ao processo ensino-aprendizagem dos alunos e alunas do Ensino Médio, no sentido de evitar o modelo da *Tecnologia como aplicação da Ciência* à vida cotidiana para resolver problemas, ignorando a natureza específica do conhecimento tecnológico.

### 3.4.3 Grau de preparação para trabalhar os processos químicos industriais

Na fase de familiarização, um número expressivo de participantes afirmou não estar preparado para trabalhar os processos químicos industriais com alunos e alunas no Ensino Médio. Esses dados podem ser observados na Tabela 4 a seguir:

Tabela 4: Grau de preparação dos participantes da Etapa 1 para trabalhar os processos industriais

<i>Grau de preparação</i>	<i>Participantes em Formação</i>	<i>Participantes em atuação</i>
Muito preparado	0 (0%)	0 (0%)
Preparado	06 (18,7%)	02 (10,5%)
Pouco preparado	11 (34,4%)	10 (52,6%)
Não está preparado	07 ( 21,9%)	05 (26,4%)
Não respondeu	08 ( 25%)	02 (10,5%)
<b>Total</b>	<b>32 (100%)</b>	<b>19 (100%)</b>

Comparativamente, os participantes em atuação (PA) têm maior representatividade, em termos percentuais, relativamente ao item “pouco preparado”, do que os participantes em formação; provavelmente, um reflexo de sua experiência docente em sala de aula. Um número significativamente elevado de participantes não respondeu essa questão.

Durante a entrevista da Etapa 1, os participantes afirmaram desconhecer os processos químicos industriais e suas implicações, assim como quais produções são de maior importância para a economia local, pois durante o curso de formação essas questões não foram trabalhadas.

Nesta, foi apresentada aos licenciandos uma situação fictícia (Anexo B) sobre o que o aluno do Ensino Médio deveria saber na opinião deles (licenciandos) para participar democraticamente das questões relativas à Tecnologia nos processos químicos industriais.

Para esse questionamento, 33% dos participantes afirmaram que para que o aluno do Ensino Médio possa tomar decisões sobre questões que envolvam a Tecnologia presente nas produções industriais é necessário que ele tenha: informações para poder fiscalizar – e, nesse sentido, a escola é a maior propiciadora na sua preparação – e a participação democrática. Para isso, segundo os participantes, são necessários conhecimentos técnicos, o que significa conhecer as reações químicas e o processo de produção industrial para poder opinar.

Os licenciandos afirmaram durante a entrevista que um elemento facilitador de seu trabalho na sala de aula seria o aumento do número de horas na agência formadora. O que, numa opinião pessoal, pode significar *prepará-los* com um enfoque específico para o tema, isto é, com disciplinas específicas ou, em outras palavras, ensiná-los a ensinar, aproximando-os da realidade local. Tal argumento vem baseado em suas afirmações – dos licenciandos durante a entrevista – dizendo que possuem informações limitadas sobre as indústrias químicas nas aulas de química, afirmando que essas temáticas não foram estudadas no seu curso de formação.

#### **3.4.4 Saberes disciplinares**

Antes de qualquer outra menção, faz-se necessário lembrar que na Etapa 2 apenas participaram licenciandos em Química, já em fase de conclusão do curso, e o conjunto de instrumentos abordava pontos relacionados aos saberes disciplinares e didáticos. Nessa etapa, propõem-se algumas questões para que os participantes respondam se reconhecem os conhecimentos químicos presentes no processo químico industrial de síntese do ácido sulfúrico. Os licenciandos listaram uma série de itens que foram categorizados e organizados no esquema a seguir:

		Participantes
Conhecimentos químicos	Reações químicas	17 (23%)
	Termoquímica/ entropia/ trocas de calor/ entalpia	06 (8,1%)
	Equações químicas	04 (5,4%)
	Estequiometria	02 (2,7%)
	Cinética/velocidade da reação	02 (2,7%)
	Matéria-prima: nome, composição e propriedades	02 (2,7%)
	Número de oxidação	01 (1,35%)
	Ligações químicas	01 (1,35%)
	<b>Total de citações na categoria conhecimentos químicos</b>	<b>35 (47,3%)</b>
Equipamentos	06 (8,1%)	
Condições de operação na indústria	Uso de catalisadores/ velocidade	10 (13,5%)
	Condições de temperatura	10 (13,5%)
	Preparação da matéria-prima	07 (9,5%)
	Rendimento	04 (5,4%)
	Separação de misturas	02 (2,7%)
<b>Total de citações na categoria condições de operação na indústria</b>	<b>33 (44,5%)</b>	
<b>Total de citações nas três categorias</b>	<b>74(100%)</b>	

Esquema 8: Categorias que emergiram nas respostas dos participantes sobre os conhecimentos químicos envolvidos na produção industrial

Segundo o esquema 8, no total, 47,3% citaram conteúdos químicos referindo-se às reações químicas como o item mais citado e, nesse sentido, a compreensão dos fenômenos químicos constitui um dos objetos de interesse da ciência química, como afirma o aluno 3:

Participante 3: (Etapa 2 – Questionário)

*“O conhecimento químico é o conhecimento dos mecanismos de todas as reações químicas envolvidas no processo, assim como todas as condições ótimas que possibilitem a formação do produto e um melhor rendimento, como o conhecimento do catalisador utilizado, das energias de formação dos compostos, dos pontos de fusão e ebulição na captura e obtenção do produto final”.*

A relação entre o uso do catalisador e a velocidade da reação vem explicitada em 13,5% das respostas dos licenciandos na Etapa 2.

Participante 13: (Etapa 2 – Questionário)

*“A utilização de um catalisador para acelerar a reação de oxidação, a posterior reação entre trióxido e água que produz o ácido desejado são conhecimentos de química presentes no processo industrial e, certamente, o engenheiro que projetou a seqüência de etapas industriais estudou estas reações e seus resultados num laboratório de pequena escala, tendo então que adaptá-los para grande escala.”*

Dos participantes, 8,1% mencionam objetos tecnológicos e empregam o termo “equipamentos”. Outro aspecto é que apesar de ter sido solicitado no questionário o

esclarecimento das relações entre o conhecimento químico e o conhecimento tecnológico, muitos não se manifestaram quanto a essa solicitação; tão-somente limitaram-se às listagens, conforme se constata pelas seguintes respostas:

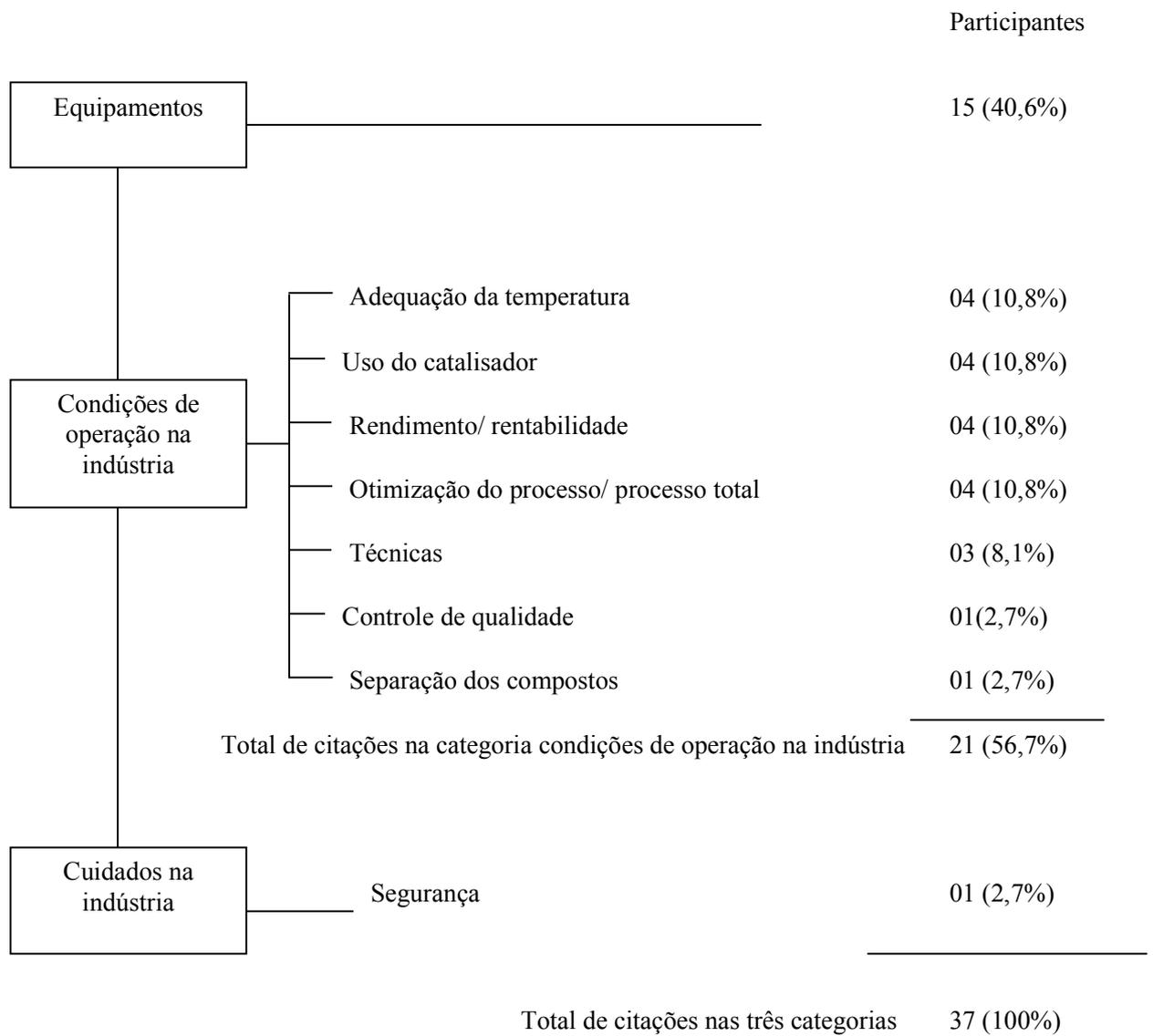
Participante 11: (Etapa 2 – Questionário)

*“Reações químicas; ligações químicas; fisico-química; estrutura atômica; soluções e misturas”.*

Participante 20: (Etapa 2 – Questionário)

*“Estequiometria das reações químicas; uso de catalisador no processo, corrosão, oxidação catalítica, equilíbrio químico”.*

Nas respostas com relação às questões que solicitavam aos participantes identificarem os conhecimentos tecnológicos presentes no processo químico industrial, vários itens foram apresentados e organizados no esquema a seguir:



Esquema 9: Categorias que emergiram nas respostas dos participantes sobre os conhecimentos tecnológicos envolvidos na produção industrial

O item mais citado pelos participantes relaciona os conhecimentos tecnológicos com os equipamentos envolvidos no processo (40,6%). Essa idéia reflete a visão de Tecnologia como

objetos baseados em conhecimentos científicos para resolver problemas práticos explicitados durante a entrevista. Entretanto, reconhecem algumas condições de operação na indústria, princípios tecnológicos como otimização do processo, uso de catalisadores, rendimento e rentabilidade.

### **3.4.5 Saberes didáticos**

No esboço do planejamento das atividades na disciplina “Tecnologia da Indústria Química e Sociedade”, do qual participaram somente licenciandos, o objetivo educativo mais citado foi “mostrar a importância da utilidade da indústria química para a sociedade”. Apenas 9% apontaram para a necessidade de promover uma discussão sobre os benefícios e malefícios dos processos químicos industriais. No quadro, a seguir, são apresentados os objetivos para a disciplina, propostos pelos licenciandos, incluindo o número de vezes que foram citados:

Quadro 4: Número de citações dos objetivos da disciplina planejada.

<i>Objetivos</i>	<i>Nº de citações</i>
Mostrar a importância da utilidade da indústria química para a sociedade	11 (24%)
Conhecer o funcionamento de uma indústria química	07 (15,2%)
Conhecer as tendências e avanços da indústria química	07 (15,2%)
Mostrar os benefícios e malefícios da indústria química	07 (15,2%)
Demonstrar conceitos químicos aplicados na indústria	05 (10,9%)
Relacionar com o cotidiano	05 (10,9%)
Mostrar a história da tecnologia	02 (4,3%)
Mostrar as leis ambientais referentes a rejeitos industriais	02 (4,3%)
<b>TOTAL</b>	<b>46 (100%)</b>

A visão de ensino de Tecnologia reduz-se ao conhecimento disciplinar do conteúdo de química, aplicados aos processos de produção, seja o funcionamento, sejam as tendências, entre outros. Termos imperativos são os que mais aparecem entre as respostas sobre os objetivos da disciplina, como “mostrar” e “conhecer”.

Participante 2: (Etapa 2 – Elaboração da disciplina)

- *Mostrar a utilidade da indústria química;*
- *Mostrar a relação com o cotidiano;*
- *Conhecer o pensar como a indústria contribui com a sociedade;*
- *Conhecer o funcionamento de uma indústria.*

Essas afirmações são reforçadas pelos participantes na questão que relaciona os tópicos que serão abordados pela disciplina, apontam para a questão da necessidade de mostrar o funcionamento da fábrica e os princípios básicos da química como leis, teorias e conceitos que

permeiam o processo industrial (26%). Estão ausentes os princípios tecnológicos e a contextualização social nos termos sugeridos por Gordillo e Galbarte (2002).

Com relação aos conteúdos listados pelos participantes referentes aos processos químicos industriais para ministrar essa disciplina, observou-se que a maior ênfase expressa residia em apresentar os princípios químicos desse processo industrial, os equipamentos, entre outros, como mostra o quadro a seguir:

Quadro 5: Número de citações dos conteúdos a serem abordados na disciplina planejada.

<i>Tópicos a serem abordados</i>	<i>Nº de citações</i>
Princípios básicos da química, leis, teorias que permeiam o processo.	52 (62,6%)
Controle de qualidade na indústria química.	8 (9,6%)
Poluentes e rejeitos de uma indústria química	8 (9,6%)
Uso dos equipamentos	8 (9,6%)
Evolução da Tecnologia da indústria química	2 (2,5%)
Produtos resultantes da indústria	2 (2,5%)
Leis e órgãos fiscalizadores	1 (1,2%)
Custos de uma produção	1 (1,2%)
Normas de segurança do trabalho	1 (1,2%)
<b>Total</b>	<b>83 (100%)</b>

Essas idéias reforçam respostas anteriores referentes aos objetivos da disciplina: ensinar os conteúdos relativos ao funcionamento do processo e os princípios envolvidos, sendo esses apenas os princípios químicos. Outros itens reforçam tanto a visão tecnófoba como a tecnófila da

Tecnologia ao argumentar sobre os benefícios e malefícios da indústria química, também expressa, como já foi dito, nos textos elaborados pelos participantes da Etapa 2.

Os licenciandos não explicitam o porquê da escolha desses conteúdos, apenas listam, um reflexo provável dos programas comumente veiculados como uma síntese do planejamento, sem que se explicita a intencionalidade de cada tópico:

Participante 3: (Etapa 2 – Elaboração da disciplina)

- “1. Introdução aos processos tecnológicos.*
  - O que é tecnologia?*
  - Importância da tecnologia na sociedade.*
  - O que é indústria química?*
  - Qual a base da indústria química e os processos mais utilizados?*
- 2. Importância da Indústria Química para a Sociedade.*
  - Produtos industrializados: o papel na sociedade.*
  - Direitos e deveres da Sociedade para com o ambiente.*
  - Órgãos fiscalizadores da indústria.*
- 3. Indústria Química versus Meio Ambiente e Sociedade*
  - Principais poluentes, impactos ambientais provocados.”*

Participante 3: (Etapa 2 – Elaboração da disciplina)

*“Estrutura atômica, ligações químicas, estequiometria, química orgânica, reações químicas.”*

Os participantes não mencionam os princípios tecnológicos da produção contemporânea, desconhecem que esses incluem, entre outros, as operações unitárias e seus tipos, os reatores na indústria química, isto é, onde efetivamente ocorrerá a reação química, os vínculos entre conhecimentos químicos como cinética e o equilíbrio químico com o processo químico industrial

em questão, os balanços de massa e de energia. Nesse caso, a manufatura de um produto químico consiste de um certo número de processos físicos e químicos; e mesmo que uma produção diferencie de outra, existem alguns processos individuais que se repetem e, por isso, são chamadas de “operações unitárias” como pulverizar, secar, cristalizar, filtrar, destilar etc. Essas questões estão incluídas nos programas e currículos adotados<sup>14</sup> para o Ensino Médio sob o título de processos de separação de misturas.

Como na maioria dos itens anteriores, os participantes, no planejamento apenas enumeram as estratégias ou atividades, mas não explicam sua intencionalidade: “como ensinar os conteúdos elencados por eles (professores da disciplina fictícia)”. Na entrevista, reforçam uma visão da Tecnologia como objeto e processo, e de sua subordinação à Ciência Química.

#### Participante 4: (Etapa 2 – Entrevista)

*“[...] a aula teórica é para que o aluno seja capaz de dar explicação sobre o processo de produção, funcionamento dos equipamentos, captação da matéria-prima, armazenamento e transporte, os filmes para ver a aplicação real dos fatos abordados na sala de aula. Visitar uma indústria química onde a tecnologia estivesse sendo aplicada” [grifo nosso].*

Não mencionam atividades integradas que envolvam projetos ou resolução de problemas. Restringem-se apenas a atividades de apresentação dos processos químicos para os alunos e as alunas e a visitas às fábricas, tendo como objetivo comprovar o que foi discutido em sala de aula.

---

<sup>14</sup> Em geral, esses conteúdos estão de acordo com os programas de vestibulares e dos livros didáticos (FERNANDES, 2003).

Não sugerem, nesse caso, o roteiro para a visita ou tarefas que poderão ser desenvolvidas pelos alunos durante essa atividade. Desconsideram a possibilidade de se criar simulações fictícias que envolvam um processo químico industrial ou ainda utilizar acontecimentos reais para que se possa debater, durante as aulas de química, questões que envolvam a tecnologia química e suas relações com a sociedade. Nesse sentido, pode-se entender que a tendência adotada por eles para ensinar pode estar baseada na própria experiência que tiveram como alunos – ensinar como aprenderam.

Outro aspecto que sobressaiu refere-se ao fato de muitos participantes confundirem as estratégias ou tarefas a serem desenvolvidas pelos alunos e alunas, com os recursos didáticos e físicos para a realização das tarefas. Durante a entrevista, esse ponto foi tocado para que se pudesse entender melhor a opinião dos licenciandos. A maioria dos entrevistados disse não saber bem a diferença entre as estratégias e os recursos, o que acena para a necessidade de rever como tais questões estão sendo trabalhadas pela agência formadora.

O quadro, a seguir, apresenta as atividades de ensino e os recursos apresentados pelos participantes para trabalhá-las, com seus respectivos números de citações (apenas para as estratégias):

Quadro 6: Número de citações das estratégias ou atividades de ensino e dos recursos a serem utilizados na disciplina planejada

<i>Estratégias de ensino</i>	<i>Nº de citações (%)</i>	<i>Recursos</i>
Aulas de campo ou visitas a indústrias químicas	09 (29%)	Viagem de campo
Aulas expositivas.	09 (29%)	Giz, quadro e retroprojeter
Aulas práticas ou simulação em laboratório	08 (25,7%)	Laboratórios
Filmes de produções industriais.	02 (6,4%)	vídeo
Uso de modelos (estrutura das moléculas)	01 (3,3%)	Bolas de isopor
Ensino construtivista	01 (3,3%)	
Levantar as idéias prévias	01 (3,3%)	
<b>Total</b>	<b>31 (100%)</b>	

Os licenciandos utilizam linguagens e termos como “ensino construtivista”, “levantar idéias prévias”, “resolução de problemas”, “cidadania”, mas não explicam o que significam. Essa opinião é reforçada durante a entrevista, quando lhes é solicitado um esclarecimento sobre as mesmas. Eles explicam que “o ensino construtivista é quando o aluno constrói seu conhecimento”, no entanto, afirmam não ter idéia de como fazer isso. E acrescentam: “Na verdade, não sei bem como fazer para levantar as idéias prévias dos alunos e das alunas” ou “sei que a gente deve fazer o levantamento das idéias dos alunos e daí a gente vai ensinar... mas não sei dizer por que a gente faz isso, sei que é importante”.

Nesse sentido, uma primeira análise pode levar a entender que os futuros professores(as) possuem uma visão parcelada do ensino-aprendizagem. O aligeiramento das disciplinas pedagógicas não permite um aprofundamento dos mesmos, apenas um aprendizado planfatório e terminológico sem sentido.

Ainda, na entrevista, outros participantes citam exemplos de como fazer o levantamento das idéias afirmando que para isso “[...] a gente pode usar questionários, testes ou uma prova, fazer pergunta oral”, entretanto afirmam que não sabem o que fazer depois com o que se obtém com os resultados do levantamento de idéias dos alunos, porque, segundo eles, deveriam ter aprendido na universidade alguma “técnica diferente pra trabalhar e prender a atenção dos alunos e não levantar as idéias”.

Muitos dos participantes afirmaram que esses termos aparecem em muitos textos que são apresentados e lidos por eles em aulas na universidade, no entanto, os futuros professores e professoras dessa área específica de Ciências não expressam o como e o porquê “organizar e planejar atividades”, de forma que sejam compreensíveis para os alunos e as alunas. Essa posição reflete o excesso do uso de tais termos como *slogans para ser um bom professor*, padronizando uma linguagem. Mais uma vez, esses resultados sinalizam para um desafio: promover uma reflexão junto aos professores formadores de como vêm sendo trabalhadas com os futuros professores e professoras tais questões, tão importantes para a inovação no ensino.

Nas respostas sobre as questões relacionadas às suas necessidades (dos licenciandos) para ministrar a disciplina por eles planejada estariam incluídas: cursar disciplinas específicas na agência formadora, relacionadas ao tema tais como: Tecnologia Química, Química Industrial, Contabilidade e Administração; conhecer bem a matéria; saber como expor uma *seqüência lógica* – termo adotado pelos participantes – para os conteúdos a serem ensinados; conhecer técnicas especiais de ensino para o tema; saber como manusear os equipamentos em uma indústria; conhecer as principais indústrias químicas locais; conhecer o funcionamento de uma indústria química.

Os aspectos levantados até o momento, obtidos nos resultados da investigação, assinalam que os participantes apresentam visões fragmentadas, muitas vezes centradas em conteúdos conceituais relacionados apenas à Ciência Química, que, por sua vez, não apresentam conexão com as finalidades educativas propostas; muito menos relacionam as estratégias de como ensinar tais conteúdos aos alunos e alunas, ou ainda, quais os possíveis recursos a serem utilizados para alcançar tais objetivos<sup>15</sup>. Sem dúvida que outros fatores também influem na prática docente, entre eles as características do alunado, dos licenciandos e dos professores formadores, o planejamento das atividades, o estabelecimento de critérios gerais de como organizar e realizar tarefas concretas de ensino, de como selecionar os recursos mais apropriados e de como avaliar.

Assim, uma questão apontada a partir das reflexões sobre as idéias/saberes dos licenciandos em Química é discutir a preparação dos futuros professores e professoras pela agência formadora, ressaltando que estas não são suficientes como proposta formativa, mas já se conforma em um começo.

Durante a entrevista, os futuros professores(as) de Química, principalmente os licenciandos em formação que atuavam como docentes, sinalizavam para a dificuldade de encontrar materiais didáticos ou bibliografia que pudessem orientá-los na abordagem de produções químicas industriais nas aulas. Essas colocações, por outro lado, foram de encontro a um sentimento ora inquietante ora desafiador, reflexo do interesse expresso pelos participantes dessa parte da pesquisa – alguns no exercício da profissão e outros na expectativa de iniciá-la, ao mesmo tempo em que têm medo de experimentá-la.

---

<sup>15</sup> Como a questão de estudo refere-se a como ensinar os conteúdos relacionados às produções químicas industriais, entre as perguntas, optou-se em não questionar sobre a avaliação dos conteúdos.

Assim, tomou forma à organização e elaboração de uma proposta passível de ser desenvolvida nas escolas do Ensino Médio na disciplina de Química. Tal desafio concretizou-se na elaboração de unidades didáticas, entretanto, entende-se também que a proposta didática, pouco se encadeia com a pesquisa empírica, portanto foram organizadas em um capítulo a parte com o intuito de esboçar uma perspectiva prática, que será apresentado a seguir. As unidades didáticas se encontram ainda em um primeiro nível teórico, mas que têm possibilidades de serem discutidas em outros trabalhos, quem sabe posteriores. Reforça-se, assim, a idéia de que os professores e as professoras devem aprender a (re)elaborar e analisar materiais didáticos como parte de sua profissionalização.

## **CAPÍTULO 4 PROPOSTA DIDÁTICA PARA TRABALHAR A TECNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO NA DISCIPLINA DE QUÍMICA A PARTIR DAS PRODUÇÕES QUÍMICAS INDUSTRIAIS: UMA REFERÊNCIA PARA SE PENSAR**

Antes de elencar os critérios para elaboração de uma unidade didática, alguns pontos devem ser ressaltados. Particularmente, o fato de que, apesar da existência de materiais didáticos sobre o tema produções químicas industriais e de sua oferta a distintos níveis de ensino, em geral, o professor ou a professora utiliza, quase que exclusivamente, o livro didático como recurso (PRETTO, 1995; JIMÉNEZ, 2000).

Apesar da sugestão do tema produções químicas industriais para abordar a Tecnologia nas aulas de Química no Ensino Médio ser explicitada nos PCNEM, a simples leitura de alguns livros didáticos, documentos e materiais didáticos em Química para esse nível de ensino, já confirmam a sua presença (SILVA; NÚÑEZ, 2002a; 2002b). Entretanto, apesar dos processos químicos serem *contemplados* nestes materiais, observa-se que não são abordadas as potencialidades das relações entre a Química, a Tecnologia e os aspectos sociais, ambientais e culturais que permeiam o contexto das indústrias químicas.

Essa afirmação vem baseada em observações e análises de alguns livros didáticos que circulam em escolas de Ensino Médio na cidade do Natal – Rio Grande do Norte. Embora essa não seja uma questão de estudo, acena para um aspecto relevante que é conhecer como alguns livros didáticos de Química trabalham essa temática<sup>16</sup>.

---

<sup>16</sup> Essa análise resultou em publicação de artigos (SILVA; NÚÑEZ, 2002a; 2002b), sendo os resultados parciais inseridos aqui na pesquisa como pano de fundo para discussões posteriores.

A maioria dos livros didáticos de Química destinados ao Ensino Médio faz referência aos processos químicos industriais como exemplos de fatos ou conceitos supostamente já conhecidos pelos leitores – alunos(as) e professores(as). Os fenômenos ou reações químicas presentes nas produções químicas industriais aparecem como mera ilustração de conceitos científicos, que, muitas vezes, estão fora das condições da indústria – como temperatura, pressão, velocidade da reação, dimensões físicas dos aparelhos, entre outros –, sendo revertidos para o(a) professor(a) e alunos(as) a interpretação da adaptação feita das *condições de laboratório* ou de *situações controladas* para as *condições do contexto da indústria química*.

Outro ponto a ser considerado são as visões sobre a Tecnologia, em que alguns livros didáticos reforçam a visão tradicional desta como *conhecimento* e sua *subordinação à Ciência*, sendo seu ensino orientado à aquisição de conhecimentos específicos sem contemplar aspectos ambientais, econômicos, éticos ou sociais. Poucos são os livros que abordam a dicotomia entre o avanço da Tecnologia e o seu impacto na sociedade e no ambiente, ressaltando os aspectos positivos e negativos de seu desenvolvimento. Esses materiais, por sua vez, dão ênfase às produções químicas industriais por meio de desenhos de objetos e descrição resumida – às vezes por meio de esquemas – das etapas do processo industrial.

É importante ressaltar um princípio de extrema importância – a autonomia dos(as) professores em tomar decisões curriculares – que consiste, entre outros, em elaborar suas próprias unidades didáticas e avaliar o processo educativo como componente da Formação Docente. A elaboração pelo(a) professor(a) de materiais didáticos não exclui nem a utilização dos que já foram escritos por outros, tampouco a sua utilidade como ferramenta que auxilia o trabalho docente. Assim, qualquer material deve ser readaptado e completado pelo(a) professor(a), para que responda às necessidades de sua sala de aula (SANMARTÍ, 2000). O livro e outros materiais

didáticos devem constituir mais uma entre as várias ferramentas utilizadas para contribuir com o trabalho docente. Os professores e professoras devem ser preparados para elaborar materiais didáticos e seqüência de atividades, como um dos elementos da sua profissionalização.

As unidades didáticas são concebidas como um conjunto de atividades seqüenciadas com temas da atualidade, o que constitui uma dificuldade, pois é necessário planejar e elaborar pacientemente cada uma das atividades que vão ser propostas aos alunos e alunas baseadas em informações atuais (MARCO-STIEFEL, 2000). Segundo Zabala (1998, p.17), podem-se definir as unidades didáticas como:

[...] uma unidade básica do processo de ensino-aprendizagem, cujas diversas variáveis apresentam estabilidade e diferenciação, determinadas relações grupais interativas professor-aluno e alunos-professor, uma organização do grupo, determinados conteúdos de aprendizagem, certos recursos didáticos, uma distribuição do tempo e do espaço, um critério avaliador; tudo isto em torno de determinadas intenções educacionais mais ou menos explícitas.

A tarefa de elaborar unidades didáticas supõe uma investigação prévia das questões que envolvem o tema, a análise de seus núcleos mais importantes, uma seleção dos aspectos a serem trabalhados, o seu tratamento para que seja compreensível aos alunos e alunas, não deixando de considerar também a redação, a organização, a seqüência e a avaliação das atividades.

Apesar de a unidade didática ser apresentada de forma linear, sua construção constitui um processo complexo que relaciona muitas variáveis, entretanto alguns autores (SANMARTÍ, 2000; ABETI, 2004; CAÑAS, MARTÍN-DÍAZ; NIEDA, 2004; TORRES et al., 2004; MARTÍN;

SOLBES, 2001; MEMBIELA; CID, 1998) distinguem algumas categorias na sua elaboração, como a definição dos objetivos, os conteúdos a serem trabalhados, a organização e seqüência de atividades e a avaliação.

A proposta que será apresentada neste capítulo é tão somente uma sugestão de trabalho<sup>17</sup>. Não há a intenção de dizer a última palavra sobre o tema, mas de propor alguns critérios que contribuam para articular uma reflexão da prática dos novos desafios educativos com as condições vigentes. Será abordado o tema, baseando-se no modelo didático de investigação dirigida (GARCÍA, 1998; GARCÍA et al. 2003; POZO; CRESPO, 1998). Intenciona-se sinalizar alguns critérios para que o professor ou a professora de Química os considerem ao elaborar atividades relacionadas à Tecnologia que permeia o estudo do tema produções químicas industriais. Cada um desses critérios será discutido brevemente a seguir, buscando uma visão geral para chegar à especificidade do tema em estudo.

#### **4.1 Definição dos objetivos do estudo**

Alguns pontos, em geral, estão presentes implicitamente em toda a unidade didática e permitem definir os objetivos gerais ou as finalidades de um processo de ensino, o que se considera importante ensinar, como aprendem os alunos e as alunas e qual a melhor forma de ensinar.

---

<sup>17</sup> Em alguns momentos, algumas das atividades foram utilizadas na sala de aula com alunos e alunas da 1ª série do Ensino Médio, apesar de não haver uma intencionalidade na sua sistematização para esta pesquisa.

Nos objetivos refletem-se os valores e interesses de cada professor(a) associado ao projeto educativo da escola, ao currículo, aos interesses dos alunos e alunas, a seus níveis de desenvolvimento, hábitos e conhecimentos prévios (SANMARTÍ, 2000).

Outro ponto a ser considerado é o fato de que a aula é um processo dinâmico em que interagem pessoas com conhecimentos – alguns em constante mudança dada sua própria natureza – e interesses muito diversos, que vão se modificando ao longo do tempo e, conseqüentemente, modificam os objetivos iniciais dos alunos e alunas sobre o que aprender (COLL et al., 2000).

Com base nessas ponderações, numa primeira aproximação, pode-se dizer que o estudo das produções químicas industriais tem como objetivo educativo promover em alunos(a) a compreensão das relações entre conhecimentos científicos e tecnológicos e os fatores sociais, políticos, econômicos e ambientais envolvidos na indústria química; reconhecer atitudes e valores para com a Tecnologia, referentes à ética, à sociedade e ao ambiente; desenvolver capacidades para compreender e avaliar os impactos da Tecnologia, permitindo, portanto, a participação democrática.

Entre os objetivos específicos do estudo da produção química industrial, como parte de um plano geral na disciplina de Química, espera-se que os alunos e alunas do Ensino Médio, ao final da seqüência de atividades, possam:

- a) reconhecer os princípios científicos envolvidos na produção química em estudo (C)<sup>18</sup>;
- b) analisar sistematicamente o processo químico da produção relativo à composição, às propriedades físicas e químicas das substâncias envolvidas e às suas aplicações (P e C);

---

<sup>18</sup> Os símbolos C, P e A referem-se, respectivamente, aos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais que serão discutidos posteriormente.

- c) conhecer as matérias-primas (nome e representação simbólica), o tratamento inicial quando necessário, como por exemplo, o conceito de grau de pureza (C e P);
- d) integrar conteúdos como termodinâmica, cinética e equilíbrio químico etc., por meio do estudo das reações químicas como base química dos processos em questão (C);
- e) representar por meio de modelos, esquemas e tabelas os processos químicos industriais (P);
- f) comparar as condições de produção no laboratório e na indústria, o rendimento nas condições dadas, os graus de pureza, os efeitos de diferentes fatores, como concentração, pressão e temperatura envolvidos no processo (P e C);
- g) reconhecer as especificidades do saber tecnológico e suas implicações sociais e ambientais como, por exemplo, a implantação de indústrias químicas (C e A);
- h) construir diagrama de fluxo ou esquema do processo produtivo, com o nome das etapas, os processos em cada etapa, os aparelhos utilizados etc. (P e C);
- i) analisar e comparar com outras regiões geográficas a importância da produção química industrial para a economia local, regional ou nacional (C, P e A);
- j) respeitar a diversidade de opiniões relativas ao *avanço* da Tecnologia, no caso da produção química industrial e de seus impactos na sociedade e no ambiente (A).

## 4.2 Critérios para seleção da produção química industrial

A seleção de uma produção química industrial, para ser o objeto de estudo na disciplina de Química, constitui uma etapa de importância significativa, pois é a partir dela que serão organizados os conteúdos, as atividades e as avaliações. Devem-se considerar as influências e relações entre diversos pontos, como, a princípio, as necessidades e interesses dos alunos e alunas, as intenções e preparação dos professores e professoras, o projeto político pedagógico da escola, os objetivos educativos e o currículo.

Uma sugestão é considerar a relevância econômica da produção industrial, seja local, regional ou nacional. Outro aspecto a ser considerado é o fato de o processo possuir transformações químicas ou físicas em algumas de suas etapas ou nas subseqüentes. Tal escolha justifica-se pelo motivo de ampliar as possibilidades de trabalhar as relações entre a Química e a Tecnologia, não se limitando a transformações físicas, por exemplo. Assim, alguns parâmetros são sinalizados, a seguir, como critérios a serem considerados na seleção de produções químicas industriais para trabalhar a Tecnologia na disciplina de Química do Ensino Médio, como:

- a) nas etapas da produção industrial ou em outras etapas subseqüentes – como, por exemplo, para o caso de haver reações químicas apenas na etapa de tratamento de rejeitos – envolva transformações químicas e físicas;
- b) a substância resultante da produção (produto) precisa ser importante para a economia local e/ou nacional, e constituir-se matéria-prima para outras produções, pois desperdiça a

potencialidade do estudo quando o produto resultante do processo industrial é de emprego limitado;

- c) os processos tecnológicos, aparelhos, organização do trabalho e os possíveis impactos sociais e ambientais devem ter um componente educativo para a aprendizagem dos alunos e alunas;
- d) os equipamentos e aparelhos ou máquinas devem possuir uma aplicação ampla em processos químicos distintos como, por exemplo, condensador, destilador, caldeira e trocador de calor. Devem, por isso, possibilitar seu reconhecimento em outros processos como modelos gerais;
- e) as produções químicas selecionadas devem possuir relação direta com as substâncias e suas transformações, fazendo parte de um plano de estudo das substâncias e dos fenômenos químicos envolvidos;
- f) as transformações químicas e os equipamentos que constituem a base da produção selecionada devem ser fácil compreensão para os alunos e alunas. Não se vê valor em promover um estudo com produções químicas obsoletas, do ponto de vista tecnológico, que apresentem noções ultrapassadas com relação ao desenvolvimento da Química e da Tecnologia Química, a não ser que seja para discutir a história da Tecnologia.

No Rio Grande do Norte, existem muitas produções químicas industriais<sup>19</sup> em funcionamento e com expressividade econômica, existindo empresas, tanto de grande como pequeno porte, que poderão ser trabalhadas com os alunos e as alunas do Ensino Médio. Entre elas, as indústrias de alimentos como: a produção de refrigerantes gaseificados, bebidas fermentadas, laticínios e sucos concentrados; a indústria têxtil; a indústria de cerâmica e a

---

<sup>19</sup> Dados fornecidos pela Federação das Indústrias do Rio Grande do Norte – FIERN.

indústria de sabão e detergentes, só que em menor número de unidades industriais. A maioria desses segmentos foi contatada previamente e mostrou possibilidades de visitas em dia e horário programado, tendo sido algumas dessas realizadas.

A produção de sal marinho constitui uma outra possibilidade, apesar das etapas do processo de cristalização não possuírem reações químicas – transformações químicas –, envolve transformações físicas. Tal seleção é considerada importante pelo fato de o Rio Grande do Norte ter expressividade nacional em termos de produção de sal marinho, bem como, devido ao próprio valor histórico desse produto.

### **4.3 Conteúdos de ensino a serem trabalhados: uma alternativa possível**

No estudo, será sistematizada a relação entre a Química (Ciência) e a Tecnologia Química (Tecnologia) e desta com a sociedade, incluindo seus conteúdos conceituais – conceitos, fatos, princípios – procedimentais e atitudinais, valores e normas, dentro do contexto de uma indústria química, podendo se adequar tanto aos programas curriculares como à parte diversificada – que reforça a autonomia dos professores – na disciplina de Química no Ensino Médio.

A distinção dos conteúdos em conceitos, procedimentos e atitudes é criticada por ser simples, abstrata e não fazer justiça à riqueza da Ciência. Segundo Fensham et al. (apud SANMARTÍ, 2000), a denominação simples tem a ver com o fato de situarem-se os conteúdos

em 3 categorias epistemologicamente distintas; abstrata, porque separa aprendizagens que acontecem simultaneamente, e pobre, porque aprender Ciências é algo muito mais complexo.

Apesar disso, a classificação tem a vantagem de propiciar aos professores e professoras o reconhecimento de que ensinar Ciências é algo mais que ensinar conceitos e teorias (SANMARTÍ, 2000). Também permite reconhecer a importância da aprendizagem dos processos, das técnicas e dos métodos para gerar o conhecimento e da explicitação dos valores e atitudes associados. Tal distinção representa uma ajuda aos professores e professoras, na medida em que orienta sua prática docente para uma forma mais adequada.

Segundo Coll et al. (2000), a distinção não implica necessariamente o planejamento de atividades de ensino diferenciadas, isto é, o trabalho com cada um dos conteúdos separadamente, mas implica que tais conteúdos sejam trabalhados de forma inter-relacionada.

Selecionar que conteúdos trabalhar não é uma tarefa fácil, pois cada vez mais surgem conhecimentos de novos campos e, em contrapartida o tempo nas escolas, na melhor das hipóteses, mantém-se o mesmo. Uma orientação geral<sup>20</sup> é que a seleção deve ser feita de forma que os conteúdos sejam significativos e possibilitem a compreensão de fenômenos paradigmáticos no campo da Ciência e da Tecnologia e sejam socialmente relevantes.

Os conteúdos de ensino para o Ensino de Ciências, por sua vez, apresentam diferentes graus de dificuldade, por diversos motivos, que vão desde o nível de abstração a seu caráter teórico (fenomenológico-teórico); da diversidade à unidade; das relações entre matéria-energia-interação-troca ou da análise qualitativa e quantitativa. Tais particularidades permitem graduar, em termos gerais, as dificuldades presentes nos conteúdos (CAÑAS; MARTIN-DÍAZ; NIEDA,

---

<sup>20</sup> Outros autores discutem a questão da seleção de conteúdos. Ver ZABALA, 1998; 2002; FERNANDES, 2003.

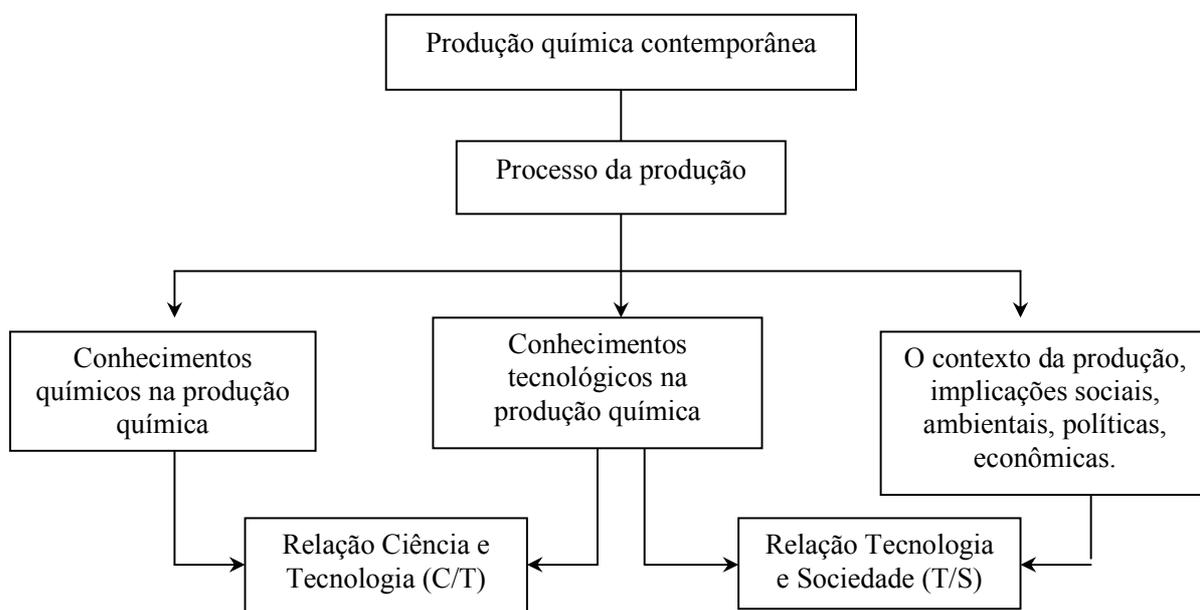
2004). Além disso, é preciso ter em conta que um conceito não constitui um elemento isolado, mas faz parte de uma hierarquia ou rede de conceitos. Segundo Coll et al. (2000, p.22),

[...] para aprender um conceito é necessário, então, estabelecer relações significativas com outros conceitos. Quanto mais entrelaçada estiver a rede de conceitos que uma pessoa possui sobre uma área determinada, maior será a sua capacidade para estabelecer relações significativas e, portanto, para compreender os fatos próprios dessa área.

Esses autores afirmam que dos conteúdos conceituais que alunos e alunas deveriam aprender pode-se estabelecer uma distinção entre princípios ou conceitos estruturados e conceitos específicos. Assim, os princípios seriam os conceitos mais gerais, com outro nível de abstração e subjacentes à organização conceitual, embora nem sempre se tornem explícitos. Um exemplo desse tipo poderia ser a Lei Periódica. Os conceitos específicos, por sua vez, estão subordinados a esses princípios, por exemplo, o conceito de *família* ou *grupo*, de *período*, de *propriedades periódicas*, entre outros.

Segundo esses preceitos, é importante que no processo de seleção de conteúdos e, conseqüentemente, no de organização das atividades se considerem esses aspectos.

O tema produção química industrial envolve conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais com relação ao processo da produção; aos conhecimentos químicos como princípios, conceitos, leis e teorias; aos conhecimentos tecnológicos como continuidade do processo, rendimento, condições de operação, funcionamento dos equipamentos; impactos dos rejeitos etc. Essa relação é resumida no esquema a seguir:

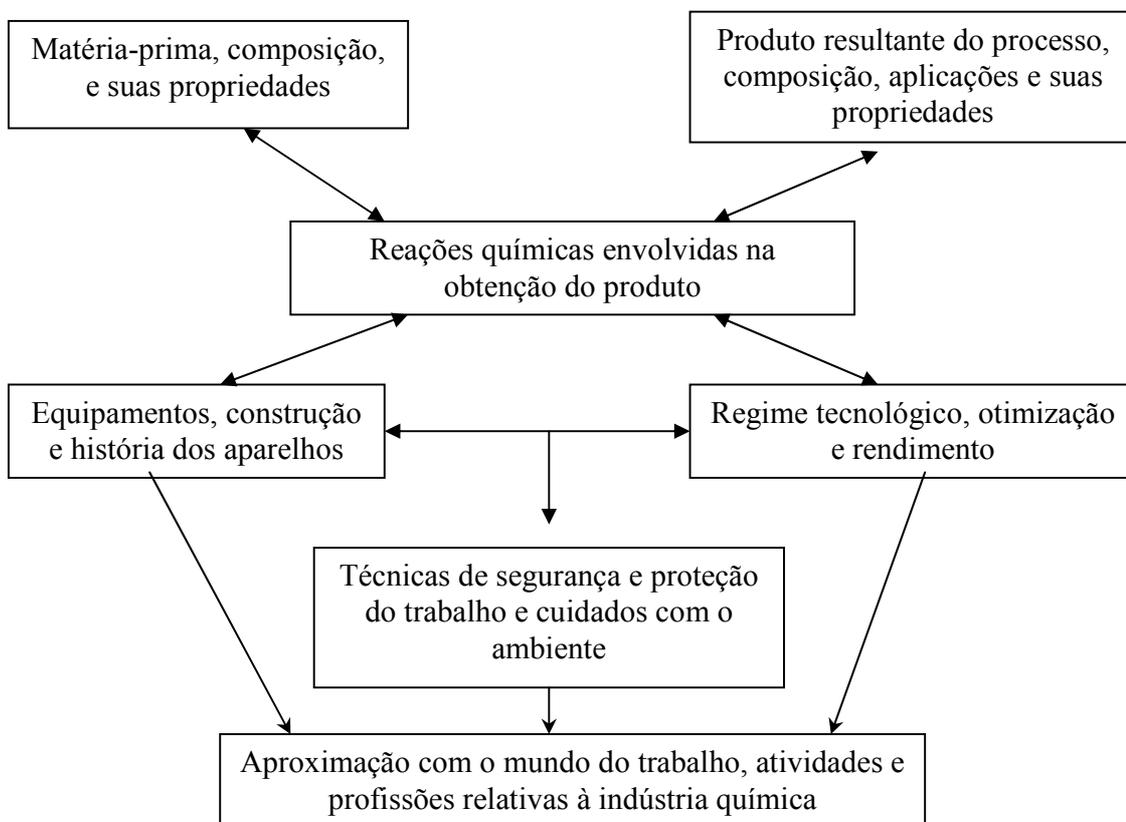


Esquema 10: Conceitos e princípios na produção química industrial

De acordo com o esquema acima, o estudo possibilita dar significado a alguns conteúdos conceituais. Assim, a relação Ciência e Tecnologia (C/T) pode ser expressa em termos de produtividade dos processos químicos, estando relacionada, entre outras coisas, ao cumprimento de princípios científicos e tecnológicos envolvidos na produção química industrial. Quer dizer, uma indústria química pressupõe a existência de vários elementos, como equipamentos em grande escala, o controle eficiente das reações químicas, o controle das impurezas nas matérias-primas e nos produtos obtidos, a garantia do desenvolvimento do processo, o rendimento dos produtos etc. Assim, é indispensável a análise periódica para tal controle e o uso de instrumentação moderna.

A relação Tecnologia e Sociedade (T/S) implica que, durante o processo de produção química industrial sejam tomados cuidados com a embalagem e transporte, tanto da matéria-prima como do produto, para que este se mantenha dentro das condições de higiene e qualidade até chegar ao consumidor. Também se faz necessária a presença de funcionários e técnicos com experiência para viabilizar o processo de produção, e por sua vez, deve ser garantida a segurança destes na indústria. Por outro lado, a indústria química deve controlar o lançamento de materiais tóxicos no ar ou nos cursos de água locais, para evitar a contaminação das correntes e os danos às comunidades circunvizinhas, antevendo, inclusive, por tal ato, as implicações para a sociedade, o impacto para o ambiente e para a cultura da localidade.

Como se observa, a indústria química envolve uma diversidade de aspectos relacionados aos conhecimentos químicos e tecnológicos, as distintas atividades profissionais, aos cuidados com os trabalhadores, ao ambiente e à sociedade. Ou seja: aspectos que refletem toda a potencialidade educativa do tema. O esquema, a seguir, sinaliza alguns desses aspectos envolvidos.

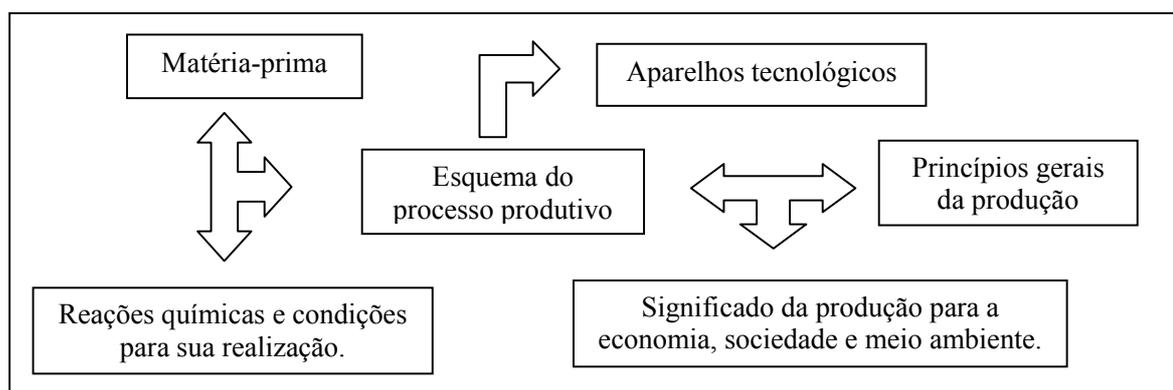


Esquema 11: Aspectos envolvidos na produção química industrial

Outro aspecto que merece destaque é a viabilidade do estudo em promover uma aproximação com distintas áreas do conhecimento. Nesse sentido, abordar os aspectos apontados no esquema 11 possibilita aos alunos e alunas a compreensão de que os conteúdos conceituais presentes na produção química industrial possuem significado e que os princípios, fatos e conceitos refletem-se, em alguma medida, na sociedade e no ambiente. Além disso, tal abordagem propicia ao aluno ou à aluna uma visão geral do mundo do trabalho – conforme

sinalizam os documentos da reforma educativa brasileira –, já que propicia uma aproximação destes jovens com as atividades e as profissões desenvolvidas na indústria química.

Podem ser articuladas, por exemplo, questões específicas da indústria química, como o tratamento prévio das matérias-primas e seu máximo aproveitamento, o controle e qualidade dos produtos ou subprodutos resultantes, as técnicas de segurança e a proteção da fábrica e dos trabalhadores, o aproveitamento da energia na produção etc. Os elementos que orientam tal estudo são apresentados no esquema a seguir.



Esquema 12: Elementos gerais no estudo da produção química industrial

Segundo o esquema acima, os elementos estão inter-relacionados e sinalizam para o tratamento diferenciado da matéria-prima e de sua composição química, para o produto final obtido na produção, de suas propriedades e da possibilidade de este se transformar em uma nova matéria-prima para outra produção industrial. Nessa perspectiva, a substância é vista sob um

novo aspecto, tanto uma matéria-prima para a obtenção de um produto como de um produto que servirá de matéria-prima para novos produtos.

Por outro lado, as reações químicas envolvidas na obtenção do produto implicam o conhecimento de outros tipos de reações, de equações químicas, de condições necessárias para sua realização, dos fundamentos físico-químicos, dos aparelhos, enfim, do esquema produtivo do processo. Assim, a reação química na produção industrial é vista como um processo envolve aspectos distintos das que ocorrem no laboratório – sob condições controladas e ideais. Na produção industrial, as condições necessárias na transformação das matérias-primas em produtos de utilidade requerem condições de funcionamento favoráveis em termos econômicos. O não tratamento desse aspecto pode levar a uma generalização equivocada, por parte do(a) aluno(a), levando-o a pensar que os modelos adotados pela Ciência podem ser *transferidos* literalmente para o contexto da indústria química. A essência do conteúdo da Química não difere do laboratório para a indústria, o que se ressalta é que no contexto escolar determinados assuntos são trabalhados de forma isolada e no contexto da indústria há uma relação entre muitos para que as reações químicas ou etapas da produção possam acontecer de forma viável. Dessa forma, esse olhar para os modelos da Química no contexto da indústria intenciona dar vida aos conteúdos escolares, por vezes, fechados nas salas de aula.

### 4.3.1 Princípios, conceitos e fatos

Como já foi dito anteriormente, para discutir os conteúdos e princípios a serem trabalhados, no que se refere tanto à Química (Ciência) como à Tecnologia Química, é interessante definir um processo químico industrial. Segundo Shreve e Brink (1980), o processamento químico pode ser definido como transformações de matérias-primas que levam à obtenção de produtos com valor industrial realçado. Assim, o processo industrial pode ser um conjunto de etapas que envolvem mudanças na composição química ou de certas alterações físicas no material que está sendo processado, separado ou purificado, por exemplo. Em geral, o processamento envolve uma conversão química (reação química), sendo que, em todas as etapas, as operações químicas estão intimamente envolvidas com as operações físicas.

As operações físicas ou unitárias referem-se às transformações físicas. Muitas modificações são utilizadas na indústria química e podem ser discutidas, com alunos e alunas do Ensino Médio, por exemplo, os reatores, o transporte de sólidos, a moagem, a geração e o transporte de energia térmica (calor) com seus equipamentos, como evaporadores e trocadores de calor, os princípios básicos da destilação, os processos diversos de separação, o sistema líquido-sólido e seus equipamentos, como filtros, os misturadores, o sistema gás-sólido e seus equipamentos para transferência de massa e calor, entre outros. Ressalta-se que apesar desses constituírem conteúdos complexos é possível apresentar ao aluno(a) uma idéia geral sobre sua natureza, funcionamento, princípios etc., para que fornecer elementos para que possam compreender, de uma forma geral e simplificada, o funcionamento da indústria e a relação das operações físicas com os conteúdos químicos por eles estudado em sala de aula.

Já as conversões químicas, referem-se às transformações ou reações químicas envolvidas no processo industrial que inclui fundamentalmente os conceitos químicos, o equipamento em que ocorre a reação e a operação de todo o processo com custo suficientemente baixo para garantir a competitividade e obtenção de lucro. Uma conversão pode tanto possuir um aspecto unitário ou assemelhar-se a um grupo de reações químicas individuais que, em geral, são pertinentes à Ciência Química.

Observa-se também que, em geral, na produção química industrial, são realçados os processos e os equipamentos, e nessa perspectiva a Tecnologia é vista como processo e objeto para bens de consumo da sociedade. Entretanto, é importante esclarecer o aspecto histórico e cultural dessas visões e suas implicações.

Não se pretende com a discussão das operações físicas e as conversões químicas tornar o ensino da Química mais árido, complexo e abstrato para os alunos e as alunas, mas dar sentido ao estudo de determinados conteúdos, já que muitos deles estão presentes no currículo comumente trabalhado nas escolas. Nas orientações dos PCNEM, em muitos livros didáticos ou mesmo em programas de vestibular<sup>21</sup> incluem-se assuntos como separação de misturas (filtração, destilação, evaporação etc.), misturas de sólido, líquido e gás, reações químicas, velocidade da reação, uso de catalisadores, entre outros.

Uma questão a ser considerada diz respeito ao reator químico. Pode parecer complexo o conteúdo, mas é possível esclarecer aos alunos(as) para que tais equipamentos servem e o que são. Assim, pode-se discutir nas aulas de Química, de forma sucinta, que o reator é um dos principais elementos em qualquer sistema tecnológico, pois é nele que ocorre o tratamento

---

<sup>21</sup> Esses exemplos estão baseados em argumentos de outros autores (FERNANDES, 2003) como pontos de referência para professores e professoras ao selecionar conteúdos para serem trabalhados no Ensino Médio.

químico das reações químicas. Para um bom funcionamento, o reator deve satisfazer a uma série de requisitos gerais como produtividade, alto rendimento, parâmetros interessantes de operação – temperatura, pressão, concentração das substâncias reagentes e dos produtos e uso eficiente de catalisadores. Também deve apresentar economia dos gastos energéticos, utilizar adequadamente a energia térmica, ter baixo custo de fabricação, ser de fácil manipulação, possuir um regime de trabalho constante, ter poucos reparos em equipamentos etc. (SHREVE; BRINK, 1980).

Promover discussões com alunos e alunas a respeito desses processos requer do professor ou professora uma visão geral das relações entre os princípios básicos dos sistemas nas indústrias químicas para o controle, predição e produção de substâncias, de modo econômico (SIMÓ; PRIETO, 1984), assim como das condições de funcionamento na indústria química, que são diferentes das estabelecidas pela Ciência Química. Estas últimas, em geral, são determinadas em laboratórios sob condições ideais de controle. Sugere-se que sejam trabalhados alguns princípios como: as leis da conservação da massa e de energia, a lei periódica e os princípios da termodinâmica, equilíbrio químico e cinética química.

↳ *A lei de conservação da massa*, sistematizada por Mijail Lomonosov e Antoine-Laurent Lavoisier, serve de base para os balanços de massa que se aplicam tanto na operação de um equipamento como parte de um processo ou na operação de uma planta industrial completa que envolve tanto reagentes como produtos.

Sobre a lei de conservação da massa, a maioria dos livros didáticos dão uma idéia de grande simplicidade. Esses expressam a lei da seguinte forma: a massa das substâncias que entra é igual à massa das substâncias formadas, em um sistema fechado. Entretanto, nas condições da indústria nem sempre é assim que ocorre, já que em muitos processos são numerosas as

substâncias que entram e que saem. O avanço das transformações químicas ocorre até certo grau, pois se produzem reações paralelas e/ou secundárias (WONGTSCHOWSKI, 1999). Nesse caso, são considerados, nos processos químicos industriais, o rendimento e a conversão química, que fornecem respostas em termos de eficiência da produção. Na produção de amônia, por exemplo, sua síntese, em determinados valores de temperatura e pressão, possui um rendimento elevado, acima de 90%. Entretanto, a conversão química é limitada pelo equilíbrio (menos de 15%), o que faz com que a maior parte das substâncias não reajam e retornem ao ciclo de produção. Tanto o rendimento quanto a conversão formam a base para os balanços de massa que, por sua vez, determinam a base dos custos da produção.

↳ *A lei de conservação da energia* cuja aplicação serve de base aos balanços de energia, muitas vezes na forma de calor, que se realizam nos aparelhos ou no processo em geral.

Pode-se discutir a conservação da energia com os alunos e alunas nos seguintes termos: “a entrada de energia – e, em particular o calor – em uma operação produtiva específica, deve ser aproximadamente igual ao seu consumo na mesma operação” (SIMÓ; PRIETO, 1984). É importante considerar o controle e o gasto da energia, pois pode ser dissipada. A energia, na forma de calor, desprendida pelas reações químicas *exotérmicas*<sup>22</sup>, pode ser absorvida nas reações químicas *endotérmicas*, tendendo a minimizar as perdas energéticas.

Essa questão quase não é abordada nos livros didáticos de Química do Ensino Médio, dando mais ênfase à abordagem dos processos endotérmicos e exotérmicos, sem questionar um dos princípios básicos da produção industrial, a economia do processo, em que, por exemplo, a

---

<sup>22</sup> Em geral, nos livros didáticos, são definidos como uma reação química que ocorre com liberação de energia na forma de calor e reação química endotérmica, quando ocorre a absorção de calor (SILVA; NÚÑEZ, 2002a; 2002b).

energia pode e deve ser (re)aproveitada dentro de um processo químico. Nesse aspecto, pode servir de subsídios para trabalhar as atitudes e opiniões dos alunos e alunas relativos à crise energética mundial (SILVA; NUÑEZ; RAMALHO, 2001a).

A conservação da energia pode ser discutida em outro nível de complexidade: o balanço de massa e de energia seriam tais que a soma das entradas das matérias-primas e mais a geração no decorrer do processo é igual à soma das saídas dos produtos e/ou subprodutos mais a acumulação (FOUST et al., 1982). Sob esse aspecto aborda-se um ponto crucial sobre a energia, sua reutilização. Na indústria química, em muitas situações, a energia é um fator determinante para minimizar os custos de uma produção e, em alguns casos, fator decisivo. Nesse caso específico, a energia pode ser reutilizada na forma de vapor de água para a evaporação, para o aquecimento e para a secagem, ou em outros casos, determinadas reações químicas podem liberar energia, na forma de calor que será utilizável em outras reações químicas, como já afirmado anteriormente. Assim, quando não há contaminação do vapor no processo industrial, a água de condensação pode retornar para a alimentação da caldeira<sup>23</sup>. Esse pode ser um momento para discutir o funcionamento de equipamentos, sua evolução e o contexto histórico.

↳ *A lei periódica*, formulada por Dimitri I. Mendeleiev serve como elemento de comparação, de indução, de predição das regularidades nos processos e do comportamento de substâncias. Também contribui com o estudo das substâncias e suas transformações, favorece a compreensão de suas propriedades físicas, químicas e suas aplicações.

---

<sup>23</sup> A caldeira consiste em um sistema tecnológico que transforma a água no estado líquido para o estado gasoso. É o vapor da água que, muitas vezes, fornece a maior parte da energia consumida na indústria química.

A importância do estudo da lei periódica, incluindo o sistema periódico dos elementos químicos está determinada pelo papel que dado conhecimento desempenha no desenvolvimento do sistema de conhecimentos químicos, como base fundamental para o estudo das substâncias, de suas propriedades, das estruturas e das transformações.

↳ *Os princípios da termodinâmica, equilíbrio, cinética química*, em que implicam a combinação de alguns fatores como, por exemplo, entre a adição dos reagentes e a saída dos produtos na zona de reação dentro do reator – local onde as reações químicas ocorrem – e a velocidade da reação – que depende do tipo de reação e o envolvimento de outros fatores o aumento da temperatura, a concentração, o uso de catalisadores, tamanho da superfície de contato etc. A combinação desses fatores, por sua vez, podem tanto ser empregados em separado como concomitantemente (SHREVE; BRINK, 1980).

Esses aspectos contemplam o tratamento de outras questões como a reversibilidade que inclui a distinção entre os processos químicos, que são classificados em reversíveis e irreversíveis. Nos reversíveis, os produtos podem reagir para regenerar as substâncias originais. Essas reações alcançam o equilíbrio e seu rendimento em produtos se denomina *rendimento de equilíbrio*, o qual varia com as condições de pressão, temperatura e concentração (KOTZ; TREICHEL, 1998).

Esse estudo é interessante, pois permite ponderar distintos aspectos com a relação da indústria química. A essência da ciência química é a mesma tanto no laboratório quanto na indústria química, que, em geral, como já dito anteriormente, são trabalhados na escola e nos livros didáticos como modelos ideais que, muitas vezes são apresentados isoladamente sem sejam considerados outros fatores, que, por sua vez, mostram-se diferentes das condições na indústria.

Isso pode consistir em uma dificuldade que deve ser considerada para trabalhar a Tecnologia dos processos químicos industriais – o contexto do modelo estudado na escola e o contexto da indústria química.

Uma possibilidade de minimizar essa dificuldade seria ponderar sobre as relações do contexto da indústria química com discussões de forma qualitativa – evitando cálculos – sobre o efeito da temperatura, da pressão, dos catalisadores, da concentração das substâncias reagentes no equilíbrio (segundo o princípio de Le Chatelier) tanto para processos homogêneos como heterogêneos, alertando para o fato de que esses apresentam condições diferentes no contexto da indústria química. Outro aspecto a ser considerado nessa análise é o fato de que o aumento da quantidade de produtos pode ser favorecido, por exemplo, com um aumento de temperatura, no caso de uma reação exotérmica.

As modificações dependem de diversos fatores, podendo variar desde o aumento do tempo de contato entre as substâncias reagentes, as variações na pressão, o tamanho dos equipamentos etc. Ainda se faz necessário ressaltar a velocidade de uma reação, que pode, às vezes, ser baixa para ser considerada econômica para a indústria química, sendo necessário, então um estudo sobre a catálise<sup>24</sup>. Nesse caso, um exemplo seria a reação de síntese do amoníaco que se tornou industrialmente econômica depois da introdução de catalisadores que aumentavam a velocidade da reação (KOTZ; TREICHEL, 1998).

A ausência das discussões sobre a combinação das condições – temperatura, pressão, catalisador, concentração dos reagentes etc. – envolvidas nas reações químicas no contexto da indústria química, pode levar alunos e alunas a pensarem que ao ser aumentada a temperatura,

---

<sup>24</sup> Nos livros didáticos, em geral, o termo catálise é referenciada para indicar um fenômeno do qual participa um catalisador. Esse por sua vez, consiste em uma substância que tem a propriedade de aumentar a velocidade da reação sem que seja consumida durante o processo.

haverá sempre um aumento na formação de produtos, sendo economicamente viável manter temperaturas elevadas nas etapas de um processo industrial. Entretanto, isso nem sempre ocorre. Em alguns casos, um alto rendimento de produtos nem sempre é favorecido pela elevação da temperatura do sistema reagente (MONCALEANO et al., 2003). Por exemplo, no caso da síntese industrial do metanol, em determinados valores de temperatura e pressão, a produção não é econômica em decorrência do equilíbrio ser desfavorável, ocorrendo baixa conversão. São necessárias, portanto, modificações nas condições de operação para que o equilíbrio seja deslocado favoravelmente.

Outro aspecto possível de ser discutido no estudo das produções químicas industriais que relaciona também o aspecto econômico é a continuidade do processo que pode ser contínuo –, que constitui uma tendência nas produções em grande escala – ou descontínuo. No primeiro envolve aparelhos de controle de variáveis como temperatura, volume e pressão; as relações entre o desenho dos equipamentos e as operações; requer o controle das condições preestabelecidas para as reações químicas; favorece a economia de tempo e trabalho, além de necessitar de profissionais preparados. Já o processo descontínuo apresenta outros aspectos – dependendo do tipo de processo –, favorece uma velocidade variável para reações lentas se se compara com os processos contínuos, sendo, em certos casos, viável quando se trabalha com quantidades menores de matéria-prima, tendo como aspecto positivo uma melhora no controle e segurança, como é o caso da preparação de explosivos (FOUST et al., 1982).

O estudo das transformações químicas ocorridas em uma indústria química implica um tratamento diferente nos conteúdos conceituais, procurando sua relação com o contexto da indústria e os diferentes aspectos envolvidos – como o econômico, por exemplo. Nem todos os conteúdos conceituais aqui apresentados, como potenciais para serem discutidos com alunos e

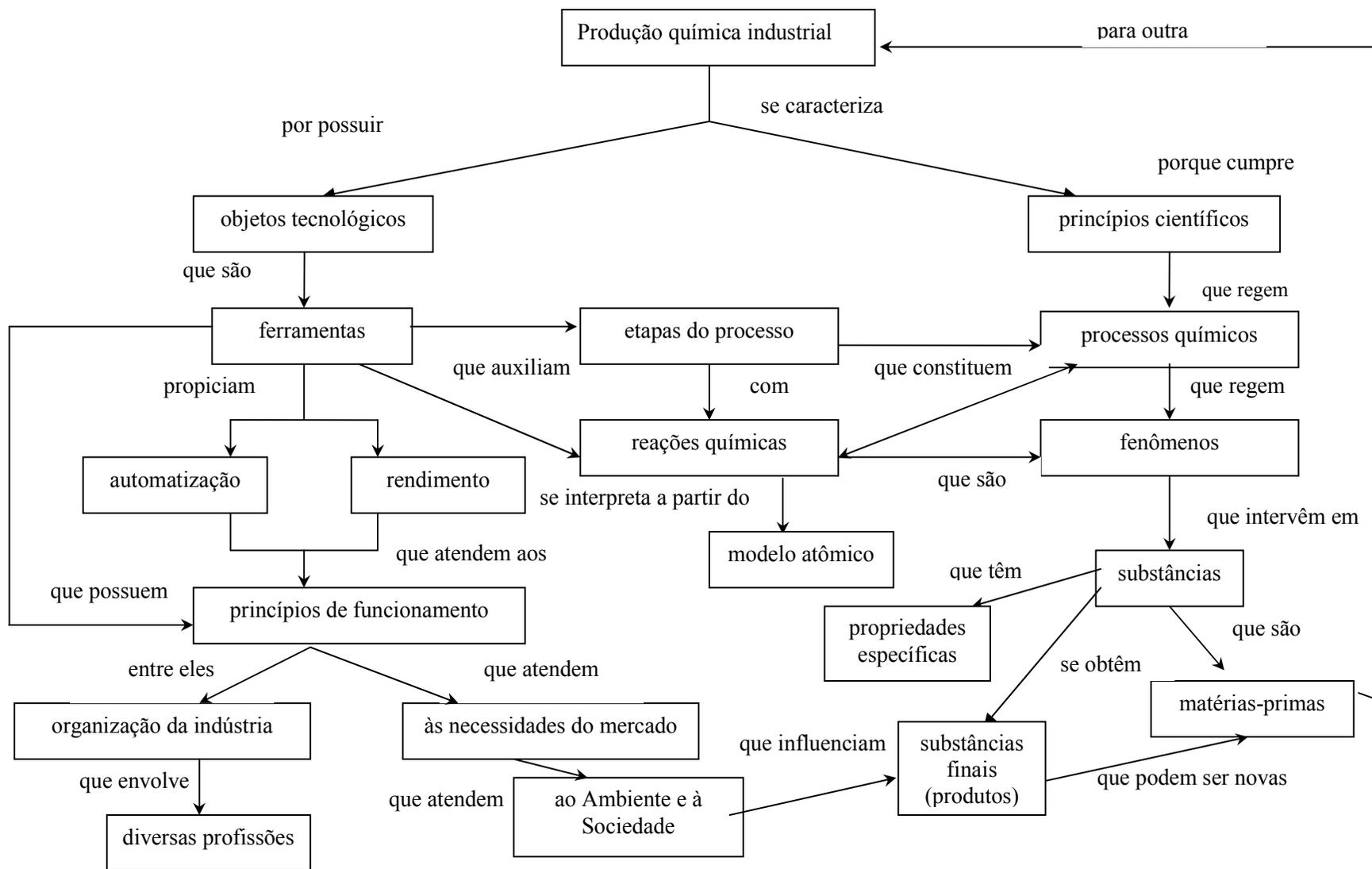
alunas, encontram-se no currículo escolar tradicional de Química do Ensino Médio. Esse fato constitui uma limitação – se a perspectiva do ensino for tradicional – para o professor ou professora que queira trabalhar as produções químicas industriais. Nesse sentido, considerando a autonomia do professor(a) em selecionar conteúdos significativos para a aprendizagem de seus alunos(as), um tratamento especial será necessário, já que a produção química opera com um conjunto particular de conceitos, além dos conceitos científicos, que não se restringem aos químicos e extrapolam o processo, isto é, consideram outros fatores como custos, mão-de-obra, políticas econômicas, ambientais, entre outros.

Baseado nos argumentos apresentados, os conteúdos conceituais, fatos e princípios sinalizam para a possibilidade de estes serem trabalhados durante as aulas de Química, por meio de inserções do estudo da produção química industrial selecionada. Esses conteúdos, por sua vez, não constituem uma proposta fechada, admitindo uma flexibilidade que vá ao encontro das necessidades dos alunos e das alunas, do currículo escolar, da proposta pedagógica da escola, do nível de desenvolvimento dos estudantes, do interesse do professor ou professora, das possibilidades de interface com outras áreas do conhecimento, entre outros.

No Esquema 13, sob a forma de um mapa conceitual<sup>25</sup>, exemplifica-se a relação entre os conteúdos conceituais no estudo de uma produção química industrial, de forma a ressaltar a potencialidade do tema. Por não se tratar de uma proposta fechada, a partir das idéias iniciais aqui apontadas, outras relações entre os diversos conteúdos tanto da Química como de outras áreas do conhecimento podem ser envolvidas.

---

<sup>25</sup> Nos termos adotados por Ausubel.



Esquema 13: Exemplo de mapa conceitual para o estudo de uma produção química

### **4.3.2 Conteúdos Procedimentais**

Um dos objetivos educativos da escola é a aprendizagem de procedimentos por alunos e alunas em função de ações conjuntas para desenvolver sua capacidade de saber-fazer, de saber-agir de maneira eficaz. Segundo Zabala (1998), pode-se sintetizar traços característicos do procedimento como uma atuação ordenada que se orienta na consecução de uma meta.

Há, entretanto, tipologias de procedimentos (COLL et al. 2000), podendo ser classificados em manuais e intelectuais, apesar de eles não serem excludentes. Os primeiros se referem a destrezas motoras e habilidades como: a observação e obtenção de medidas, o registro de resultados, a manipulação de aparelhos, o manuseio de vidrarias no laboratório de Química ao realizar experimentos etc. O outro tipo de procedimento envolve ações dos alunos e alunas, de natureza interna, isto é, relativos a símbolos, imagens, abstrações, entre outros. São procedimentos que servem de base para a realização de tarefas intelectuais.

Comentou-se anteriormente que apesar da distinção entre os conteúdos, estes devem estar inter-relacionados. No caso específico dos conteúdos conceituais e procedimentais é usual serem trabalhados reciprocamente. Assim é que, muitas vezes, um determinado procedimento leva à aquisição de um conceito e vice-versa.

Nesse sentido, podem-se incluir conteúdos que se destinam a conhecer a construção e funcionamento dos equipamentos, de modo a favorecer aos alunos e alunas sua compreensão; a representar o esquema da produção, as operações tecnológicas

fundamentais, as etapas da produção, o equipamento em que ocorrem as reações químicas; a dar subsídios para a discussão da história da Tecnologia, a relação dos equipamentos com a sociedade, de quando, como e porque foram construídos, adaptados e desenvolvidos; a manusear aparelhos em laboratório para controle de variáveis como, por exemplo, pressão e temperatura, entre outros.

Ressalta-se que não se pretende a ênfase do ensino da Tecnologia com a função de formar técnicos para as indústrias químicas com o estudo exclusivo dos equipamentos, procedimentos e técnicas, mas, sim, problematizar as condições sociais, históricas, ambientais e econômicas e trabalhar na prática os saberes escolares, o que supõe conhecer as limitações e potencialidades do conhecimento científico e suas relações com outros tipos de saberes. Em outras palavras, almeja-se superar a aridez das abstrações científicas para dar vida ao conteúdo escolar.

#### **4.3.3 Conteúdos atitudinais, valores e normas**

Ensinar atitudes, valores e normas é um tanto complexo, já que se trata de um processo que existe, mas não é diretamente mensurável. Apesar de esses constituírem um corpo de conteúdos, possuem significados diferentes. Segundo Coll et al. (2000, p. 122), pode-se definir atitudes como “tendências ou disposições adquiridas e relativamente duradouras para avaliar de um modo determinado um objeto, pessoa, acontecimento ou situação e a atuar de acordo com essas avaliações”.

Em geral, uma atitude de formulação pessoal envolve um componente afetivo com tendência à ação. Já os valores incluem a crença segundo a qual o objeto em que se focaliza o valor é desejável e independente da própria posição pessoal. Em termos gerais, as opiniões são manifestações verbais das atitudes que expressam uma posição avaliativa. Nesse sentido, é indiscutível a função da escola em transmitir, reproduzir e contribuir na formação de atitudes, valores e normas básicos da sociedade, no que se refere a promover nos alunos e nas alunas a cidadania, princípios éticos, respeito à diversidade e critérios de autonomia que sejam solidários e representem um compromisso para com a Sociedade onde vivem (BRASIL, 1999b).

Percebe-se que esses argumentos extrapolam a idéia da aprendizagem de uma série de atitudes nas áreas disciplinares, como respeito ao material escolar, à participação em aula ou nas atividades, e inclui o estímulo ao diálogo, ao debate, à crítica, à socialização, ao respeito aos demais colegas, ao professor, ao ambiente e a assunção de atitudes perante o conhecimento, entre outros. Um exemplo disso, é o controle dos rejeitos químicos produzidos. Este constitui um dos fatores importantes a serem discutidos na relação Tecnologia e Sociedade, pois reflete no reconhecimento da necessidade da preservação do ambiente pelas pessoas, como preocupação que deve permear todas as etapas da produção química, processo e equipamentos. A noção da preservação ambiental estaria na raiz do processo. Abordar as técnicas de segurança, a proteção do trabalhador e conhecer a composição e propriedades dos subprodutos de uma produção química pode facilitar a avaliação e o controle de possíveis danos ambientais.

O estudo das produções facilita a aproximação dos alunos e alunas do Ensino Médio com o mundo do trabalho, com funções e atividades desenvolvidas pelas várias profissões

dentro da indústria química, questões essas que estão presentes na indústria química. Sugere-se também, mas não exclusivamente, o desenvolvimento de um pensamento técnico relacionado a procedimentos, não na visão da Educação Tecnológica como preparação para uma profissão, mas a preconizada pelos documentos da UNESCO.

A relação entre os conteúdos e princípios conceituais, procedimentos e atitudes para o estudo de uma produção química industrial é apresentada no quadro a seguir.

Quadro 7: Conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais possíveis de serem trabalhados no estudo de uma produção química industrial

Conteúdo conceitual	Conteúdo procedimental	Conteúdos atitudinais, valores e normas
<p>A matéria-prima, sua composição, propriedades e aplicações. Misturas, substâncias simples e compostas; Lei periódica, de conservação da massa e de energia; Composição química; Cálculos estequiométricos.</p>	<p>Identificar as substâncias químicas nas etapas da produção industrial como nomenclatura, símbolos, propriedades físicas e químicas, o tratamento inicial para o emprego nas etapas do processo produtivo. Reconhecer e identificar o produto como matéria-prima para outras produções industriais. Calcular e relacionar as quantidades de reagentes e produtos envolvidos nas etapas do processo relacionando-as a conceitos como grau de pureza, rendimento teórico.</p>	<p>Discussão da importância da energia renovável. Avaliar as informações advindas de distintas fontes. Valorizar o trabalho em equipe e individual, as exposições dos colegas<sup>51</sup>.</p>
<p>Métodos de separação de misturas. Tratamento prévio da matéria-prima; Operações unitárias: triturar, pulverizar, destilar, etc. A função e o funcionamento dos equipamentos. Continuidade do processo.</p>	<p>Representar o esquema produtivo por meio de linguagem simbólica, gráficos, tabelas, identificando o nome das etapas. Relacionar os aparelhos tecnológicos com suas respectivas funções em cada etapa do processo produtivo.</p>	<p>Avaliar os modos alternativos do emprego da tecnologia como objetos comparando suas potencialidades e limitações em um dado contexto.</p>
<p>Princípios científicos da produção, Funções orgânicas e inorgânicas; Reações químicas, cinética e equilíbrio químico, termoquímica.</p>	<p>Identificar nas etapas do processo produtivo os tipos de reações químicas e suas condições de realização. Interpretar as relações entre temperatura, pressão, agitação, catalisadores, etc. com reações ocorridas em cada etapa.</p>	<p>Avaliar o impacto econômico da implantação de uma indústria química no município</p>
<p>Tópicos de química ambiental, o controle dos rejeitos da produção e os impactos no ambiente; Proteção e segurança do trabalho, as profissões e atividades envolvidas na indústria química, sua organização.</p>	<p>Prever as possíveis substâncias resultantes das etapas do processo que podem ser indesejáveis para o meio ambiente, trabalhadores e a comunidade próxima à produção industrial. Pesquisar essas substâncias e os impactos ambientais e para a saúde das pessoas, assim como os meios alternativos de reduzir ou impedir um acidente tanto para o ambiente como para as pessoas.</p>	<p>Respeito pelo ambiente e o trabalho. Avaliação das iniciativas pessoais e comunitárias em relação ao impacto das produções contemporâneas</p>
<p>História da Tecnologia, dos equipamentos e processos da produção industrial.</p>	<p>Discutir a evolução dos aparelhos tecnológicos, as formas de obtenção, a relação com a sociedade e o ambiente.</p>	<p>Avaliar os impactos sociais do desenvolvimento dos objetos tecnológicos durante a história.</p>

<sup>51</sup> Este conteúdo não se exclui dos demais, permeando todas as atividades desenvolvidas na unidade didática.

#### 4.4 Critérios para organização e seqüência das atividades

Segundo Sanmartí (2000), ensina-se e aprende-se por meio de atividades, por isso os critérios para a seleção e seqüência destas são muito importantes. Entretanto, não é uma atividade concreta que possibilita a aprendizagem, senão o processo planejado, ou seja, o conjunto de atividades organizadas e seqüenciadas, que possibilitam um fluxo de interações entre os alunos e entre estes e o professor.

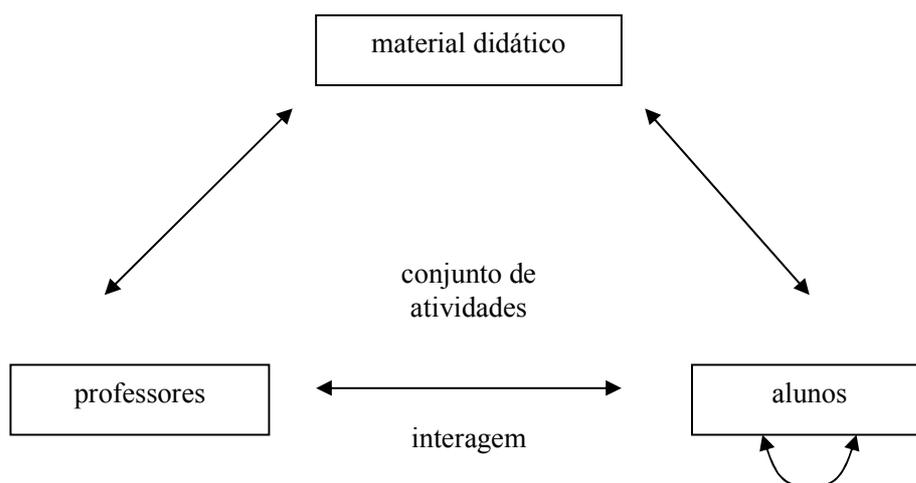
Para Zabala (1998, p.20), “as seqüências de atividades didáticas são uma maneira de encadear e articular as diferentes atividades ao longo de uma unidade didática”. As seqüências podem indicar a função que tem cada uma das atividades na construção do conhecimento ou da aprendizagem de diferentes conteúdos e, portanto, avaliar a pertinência ou não de cada uma delas, a falta de outras ou a ênfase que devemos lhes atribuir.

Cañal (2000, p. 212) considera as seqüências didáticas como “planos estratégicos de instrução elaborados pelos professores e professoras”. Cada seqüência deverá apresentar um desenvolvimento particular e um conjunto de tarefas a serem realizadas pelos alunos e alunas e pelo(a) professor(a) em relação ao currículo, mantendo a coerência da prática durante um curso de ação prolongado e esboçando um estilo de desenvolvimento do ensino – uma opção metodológica determinada.

Para esse autor, as atividades integradas por um conjunto de tarefas também podem ser caracterizadas globalmente como situações que implicam a mobilização e o processamento de informações obtidas utilizando certos materiais com fins específicos. Dessa forma, são considerados alguns elementos significativos para a dinâmica do ensino, a exemplo da atividade

como uma seqüência mínima de ensino constituída por um conjunto de tarefas; da aula como uma unidade temporal no desenvolvimento do ensino escolar e das atividades como uma seqüência de ensino completa de um objeto ou tema de estudo determinado no desenvolvimento curricular.

Com base em tal proposição, o planejamento da unidade didática deve possibilitar interações entre o material didático, o professor ou professora e os alunos e alunas, conforme o esquema a seguir:



Esquema 14: Interações ao realizar atividades<sup>\*</sup>

É evidente que a seleção e a seqüência das atividades dependem do modelo ou do enfoque que cada professor ou professora utiliza. Assim sendo, as atividades diferenciam-se não somente pelos conteúdos mas também por suas finalidades didáticas. Esse processo é a hipótese que o

<sup>\*</sup> Extraído e traduzido de Sanmartí (2000, p. 254).

professor ou professora elabora para eleger qual deve ser a melhor seqüência para que seus alunos e alunas possam aprender. Outro aspecto a ser levado em conta no planejamento são os conteúdos e suas características, a diversidade de seus alunos e alunas, o tempo, o material disponível, o projeto pedagógico da escola, a preparação do(a) professor(a) e sua organização entre os demais professores(as) e outros. Segundo García (1998, p.189, tradução nossa),

[...] o conjunto de prescrições e normas que se organizam e regulam, de maneira global, o processo de ensino-aprendizagem na sala de aula, em relação com os papéis que desempenhariam professores e alunos, as decisões referidas à organização e à seqüenciação de atividades e à criação de um determinado ambiente de aprendizagem na sala de aula é o que se entende por metodologia didática.

Ressalta-se, nesse sentido, que os conteúdos e as atividades concentrem-se nos processos de análise e resolução de problemas, mais do que nos produtos finais e na exatidão dos resultados, para que assim, os alunos e as alunas centrem sua atenção e interesse na própria atividade, que, por sua vez, deve propiciar sua autonomia pessoal. Um exemplo são as práticas de laboratório tradicionais e predeterminadas – aquelas baseadas em roteiros fechados – que não proporcionam a autonomia pessoal. Campanario (2003) alerta, com relação a esse tipo de prática de laboratório, que os alunos e alunas podem realizá-las sem a necessidade de entender os fundamentos teóricos do experimento, dos aparelhos e das vidrarias.

A dinâmica da atuação docente em sala de aula deve, então, contemplar alguns aspectos ou momentos pedagógicos que possuem funções específicas e diferenciadas entre si, que

constituem, por sua vez, eixos norteadores da seleção e seqüência das atividades que permeiam as finalidades educativas (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002).

Existem diferentes propostas com finalidades didáticas distintas para as atividades, como a mudança conceitual, a aprendizagem por pesquisa orientada etc. (POZO; CRESPO, 1998). Apesar dessa diversidade, em geral essas atividades possuem alguns pontos em comum, que se encontram presentes nas diferentes seqüências de atividade como:

- a) atividades de iniciação orientadas à exploração, explicação, planejamento de problemas ou hipóteses iniciais. São atividades que têm como objetivo facilitar, tanto no sentido de que os alunos e alunas definam o problema a estudar como no sentido de que explicitem suas representações. As atividades devem ser motivadoras, proporcionando questionamentos ou problemas de investigação significativos e a comunicação dos distintos pontos de vista;
- b) atividades para promover a evolução dos modelos iniciais com a introdução de novas variáveis, de identificação de outras formas de observar e de explicar ou de reformulação de problemas. Essas atividades estão orientadas no sentido de levar os alunos ou alunas a identificarem novos pontos de vista em relação aos temas do objeto em estudo, ou novas formas de resolver problemas ou tarefas;
- c) atividades de síntese orientadas à elaboração de conclusões e à estruturação do conhecimento. Essas atividades criam possibilidades para que alunos e alunas explicitem o que estão aprendendo, quais são as mudanças em seus pontos de vista ou em suas conclusões. Devem

promover a abstração das idéias mais importantes, formulando-as de forma contextualizada e geral.

- d) atividades de aplicação, transferência a outros contextos e/ou de generalização. Essas atividades estão orientadas no sentido de transferir as novas formas de ver e de explicar as novas situações mais complexas que as iniciais.

As atividades propostas devem ser organizadas com fins educativos, de tal forma que favoreçam a participação e a colaboração dos alunos e alunas nas atividades. Para tanto, faz-se necessário criar no espaço educativo condições para alcançar tais objetivos.

Nesse sentido, a organização das atividades em grupo constitui um recurso inestimável para promover interações sociais durante a aula. Essas, por sua vez, podem seguir 3 orientações: individualistas, cooperativas e competitivas. Nas primeiras, o aluno ou a aluna trabalha de maneira independente e os resultados obtidos, em função de sua atuação, não dependem dos demais alunos. Nas atividades que seguem a orientação cooperativa, os alunos e as alunas trabalham em grupos, geralmente pequenos, realizando tarefas em comum, e os resultados dependem do trabalho de todos os componentes do grupo. Nas atividades de organização competitiva, os alunos e alunas podem trabalhar tanto individualmente como em grupo, mas o êxito depende dos resultados negativos obtidos pelos demais alunos (CAMPANARIO, 2003).

A visita ou excursão à indústria química, por exemplo, constitui um recurso educativo valioso, pois fornece aos alunos e às alunas o contato direto, tanto com objetos e transformações químicas como com as atividades dos profissionais e a organização da indústria química. Para o bom aproveitamento de uma visita, sugere-se propor tarefas a serem desenvolvidas pelos alunos e

alunas que dêem destaque a questões que deverão ser diretamente observadas como, por exemplo, em entrevistas com os profissionais da indústria química e com a comunidade vizinha, a observação da mudança da paisagem geográfica em decorrência da indústria química, o levantamento do valor econômico do produto para a região etc.

Assim, no planejamento da unidade didática, a seleção e seqüência de atividades remete à questão de *como organizar* esse estudo, isto é, como organizar didaticamente as interações comunicativas na aula, o tempo disponível para o desenvolvimento das atividades, os possíveis problemas no decorrer das atividades, que recursos utilizar e como utilizá-los.

Segundo Zabala (2002, p. 109), para promover a aprendizagem dos alunos e das alunas é importante que as formas de organização das atividades “ajudem a construir ou reforçar modelos explicativos complexos, de maneira que a incorporação de novos conteúdos às próprias estruturas cognoscitivas oportunize aprendizagens o mais significativas possível”. Nesse aspecto, Campanario (2003) chama a atenção para as práticas de laboratório, afirmando que nem sempre o aluno ou a aluna relaciona os modelos teóricos com a interpretação dos dados.

Assim, na aprendizagem de um novo conteúdo, é importante que as atividades estejam situadas na capacidade de atualizar e utilizar os conhecimentos prévios dos alunos e das alunas. Esse processo se dá por meio do contraste dos conhecimentos que eles já possuem sobre o novo conteúdo, que possam identificar semelhanças e integrá-las em seus esquemas de conhecimentos com coerência. As atividades, nessa perspectiva, devem apresentar os novos conteúdos articulados, de forma que se aproximem das idéias dos alunos e alunas, para que esses possam estabelecer relações que permitam modificar suas próprias estruturas.

#### 4.4.1 Recursos didáticos utilizáveis no estudo das produções químicas industriais

O estudo da produção química contemporânea tem entre suas características mais significativas a ativa utilização dos meios didáticos. A discussão sobre os recursos neste capítulo não é casual, já que relaciona as dificuldades relativas às condições físicas da escola para o contato dos alunos e alunas com os objetos vinculados aos processos produtivos, como a instalação dos aparelhos, os equipamentos, a própria matéria-prima e as substâncias que intervêm na produção industrial. A seleção e utilização desses meios correspondem aos objetivos específicos, aos conteúdos e às estratégias de ensino.

Como alternativas de meios e recursos didáticos, no estudo da produção química industrial, encontram-se filmes – a exemplo das produções de ácido sulfúrico e síntese da amônia no Telecurso 2000 –, transparências, maquetes, simulações das produções e de possíveis acidentes industriais, modelos, entre outros. Esses, por sua vez, devem ter sua utilização combinada como critério que contribua com o estudo da produção química industrial, e como conseqüência a assimilação dos fundamentos químicos e tecnológicos envolvidos.

A maquete, por exemplo, constitui uma representação em escala reduzida da produção objeto de estudo; assim contribui para o contato de alunos e alunas com características como as instalações e a disposição organizativa dos setores de uma planta industrial, dos equipamentos etc.

Para o estudo das etapas internas da produção química industrial, os recursos podem ser transparências ou figuras com textos que permitam ao professor ou à professora apresentar o

funcionamento dos equipamentos envolvidos nas etapas do processo, assim como descrever o fluxo da produção. Já a exposição de um filme ou vídeo da produção química industrial permite ao aluno ou à aluna conhecer o aspecto dinâmico do processo, introduzindo o movimento, o som e a imagem real da produção.

Outra alternativa seria a simulação da produção e/ou de acidentes ou problemas relacionados à indústria química, que possam provocar conseqüências econômicas e sociais. Esse recurso pode contribuir para o desenvolvimento de atitudes e ações a serem desenvolvidas por alunos e alunas, como organização, trabalho em grupo, apresentação de idéias, debates, busca de informações bibliográficas, argumentação de idéias etc.

A utilização de fontes de informação como jornais ou notícias de rádio e televisão podem ser adequadas para ilustrar como a Tecnologia vem apresentada nas notícias e na publicidade. Esses recursos permitem discutir e analisar as distintas posições e interpretações sobre essa questão.

#### **4.5 Critérios para o processo de avaliação**

Segundo Geli (2000), a expressão avaliação faz referência a um processo que analisa a situação do ensino-aprendizagem e conduz à tomada de decisões por parte do professor ou professora. Consiste em recolher informação, analisá-la, interpretá-la e tomar uma decisão sobre o processo educativo. Nos modelos didáticos mais recentes, no marco da aprendizagem

construtivista, a avaliação se incorpora no processo de ensino e controla o desenvolvimento da aprendizagem ao longo de todo o processo didático (GIL-PÉREZ, 1983).

A avaliação, segundo esse autor, tem a função de acompanhar a evolução ou mudança das representações iniciais e dar continuidade ao processo de ensino-aprendizagem. Assim, no planejamento da unidade didática, é fundamental a tomada de decisões acerca de que avaliações serão desenvolvidas, conjugando aspectos conceituais, procedimentais e atitudinais, em que momento acontecerão e quais são os mais importantes para avaliar.

Campanario (2003) relata que diversos autores identificam 3 tipos de avaliação: a inicial, a formativa e a somativa. A primeira, de orientação diagnóstica, permite ao professor ou professora conhecer a situação de cada estudante antes de iniciar o processo de ensino-aprendizagem de um tema específico. Esse tipo de avaliação permite ainda contrastar as idéias prévias dos alunos e alunas e dispor de um elemento de controle que o próprio aluno utiliza para a conscientização de seu progresso durante o desenvolvimento das atividades. A avaliação somativa muitas vezes é empregada como exame final. Esse mesmo autor afirma que existem outros instrumentos além de exames ou provas, e que implicam, em alguma medida, com a avaliação. Pode, assim, incluir as perguntas feitas pelo professor aos alunos e alunas durante as aulas, análise e crítica de filmes, artigos, notas de jornal ou notícias do rádio e da televisão, o desenvolvimento de práticas de laboratório, a elaboração de informes ou textos, a formulação de perguntas, os questionários aplicados em grupo, os debates entre os alunos ou grupos de alunos, correção de exercícios ou problemas resolvidos por outros alunos. Esses são exemplos que podem ser úteis para acompanhar a aprendizagem dos alunos e das alunas.

Nesse sentido, deve-se ter em conta que é necessário utilizar os diversos instrumentos e contrastar a informação obtida em cada um deles. Pode-se incluir, por exemplo, a observação do

interesse e a participação dos alunos e das alunas nas atividades propostas em vários momentos com objetivo de diagnosticar e apontar os avanços e as dificuldades durante o estudo da produção química industrial, estabelecer comparações e relações entre as reações químicas ocorridas e suas condições no contexto da indústria e do laboratório, avaliar o impacto de determinadas produções por meio de debates e discussões etc.

A elaboração de um texto ou debate pode consistir um outro instrumento para que o aluno ou aluna expresse sua opinião, por exemplo, sobre a implantação de indústrias, relacionando com a economia local ou, ainda, uma atividade que proponha a busca de soluções para um acidente ambiental e/ou social proveniente de uma indústria, entre outros. Esses e outros instrumentos podem ser úteis, permitindo ao professor ou à professora realizar intervenções, retomar ou reorientar suas ações pedagógicas.

A seguir, serão apresentados alguns exemplos de atividades possíveis de serem trabalhadas com alunos e alunas da 2ª série do Ensino Médio nas aulas de Química.

#### **4.6 Exemplos de Unidade Didática para trabalhar as produções químicas**

A indústria química selecionada como objeto de estudo nesta unidade didática é a produção de refrigerantes gaseificados. A opção por esse segmento orientou-se por alguns critérios. Em primeiro lugar, esse processo de fabricação possui, em algumas de suas etapas, reações químicas. Em segundo lugar, considera o reaproveitamento da energia na forma de calor

e segue um processo de otimização e continuidade na produção. Além disso, os equipamentos envolvidos na produção possuem mecanismos de funcionamento acessíveis à compreensão dos alunos e das alunas. Em terceiro lugar, o rejeito da produção – resultante de uma das etapas do processo – pode ser prejudicial ao ambiente, caso não sejam tomadas as devidas precauções. Por fim, se tratando de uma produção da área de alimentos, devem-se priorizar os cuidados com as matérias-primas. Do mesmo modo, como o controle de qualidade e a pureza das matérias-primas e do produto são essenciais.

Tomada tal decisão, um primeiro contato foi feito com a indústria de refrigerantes e solicitada uma visita com o acompanhamento do químico responsável. Durante a visita, foram obtidas informações sobre o funcionamento da indústria como um todo, desde o controle da pureza da matéria-prima até o número de funcionários e os tipos de atividades profissionais desenvolvidas. Uma nova etapa foi buscar informações de outras fontes como filmes, internet, livros etc., para, assim, orientar na elaboração das atividades e dos textos. O resultado desse planejamento é apresentado a seguir.

#### **4.6.1 Conhecimentos químicos e tecnológicos na indústria de refrigerantes**

Com as atividades da unidade didática, espera-se que o aluno ou aluna seja capaz de identificar as matérias-primas como reagentes, e o resultado do processo como produto final. Além disso, que seja capaz de comparar as condições do contexto da indústria química com os

modelos utilizados no contexto escolar e de identificar a necessidade da otimização e continuidade do processo, observando em que medida os equipamentos influenciam e se são necessárias algumas condições para obter um produto com vantagem econômica.

Pretende-se também promover, a partir do estudo da produção de refrigerantes, a generalização de distintas atividades profissionais e o cuidado com a preservação do ambiente.

Nessa unidade didática, incluem-se novos conteúdos conceituais e outros já abordados na 1ª série do Ensino Médio, como separação de misturas e algumas reações químicas, conteúdos procedimentais referidos à busca e à integração de novas informações a partir de texto escrito, realização de entrevista, manuseio de vidrarias e equipamentos de laboratório e conteúdos atitudinais para trabalhar tanto em equipe como individualmente, colaborando com os colegas, com o professor e com os trabalhadores da indústria, na participação das atividades, bem como respeitando-os durante a visita.

#### **4.6.1.1 Objetivo geral**

Identificar os princípios científicos e tecnológicos da produção industrial de refrigerantes gaseificados e do tratamento dos rejeitos – a solução alcalina resultante da lavagem das garrafas de refrigerantes –, estabelecendo relações entre as substâncias químicas (matéria-prima e produto), os equipamentos, o espaço físico da indústria, as atividades profissionais envolvidas, nessa indústria, os rejeitos da produção e seus cuidados.

#### 4.6.1.2 Objetivos específicos

- Identificar as principais transformações químicas ocorridas e os recursos utilizados na otimização do processo industrial (texto 1);
- identificar o uso da energia e seu aproveitamento no processo químico industrial (texto 1);
- conhecer as representações da produção industrial, de forma escrita e esquemática (texto 1);
- conhecer a importância econômica e histórica e o funcionamento do objeto tecnológico caldeira (texto 2);
- conhecer as diversas atividades profissionais envolvidas na indústria química (visita);
- identificar os possíveis rejeitos do processo químico que são prejudiciais ao ambiente e suas possibilidades de controle.

#### 4.6.1.3 Conteúdos

Os conteúdos a serem trabalhados com os alunos e alunas são tratados globalmente (conceitos, procedimentos e atitudes) e se desenvolvem simultaneamente com as diferentes atividades programadas, conforme o quadro a seguir.

Quadro 8: Conteúdos a serem abordados na unidade didática: “Conhecimentos químicos e tecnológicos na indústria de refrigerantes”

Conteúdos conceituais	Conteúdos procedimentais	Conteúdos atitudinais
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipos de reações químicas e as matérias-primas (substâncias reagentes e produtos);</li> <li>• Função dos equipamentos e sua importância para a indústria estudada;</li> <li>• Condições para a preparação dos refrigerantes gaseificados;</li> <li>• Distribuição e organização das tarefas na indústria química;</li> <li>• Controle da qualidade desde a matéria-prima até o produto final;</li> <li>• Profissões relacionadas à indústria;</li> <li>• A história e o funcionamento do objeto tecnológico caldeira e a relação com o desenvolvimento social e econômico;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar as etapas da preparação dos refrigerantes gaseificados;</li> <li>• Realizar atividades experimentais como filtração, produção e liberação de gás carbônico, controle de temperatura de reações endotérmicas e exotérmicas;</li> <li>• Identificar e comparar as reações químicas, etapas do processo, controle de qualidade e outros pela observação durante a visita;</li> <li>• Obter informações sobre as distintas atividades profissionais na indústria;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valorizar as atividades profissionais;</li> <li>• Desenvolver posturas em sala de aula e na indústria;</li> <li>• Aprender a trabalhar em equipe;</li> <li>• Valorizar e respeitar a opinião do colega;</li> </ul>

#### 4.6.1.4 Metodologia

A unidade didática contará com as seguintes atividades:

- a) uma atividade de iniciação, como sugestão, a fim de despertar o interesse para o tema é o professor ou professora fazer alguns questionamentos, por exemplo, sobre a presença do

produto refrigerante na dieta alimentar de muitas pessoas, a relação dos hábitos alimentares e o ritmo da vida urbana, a influência da mídia, as implicações para a saúde etc.;

- b) a leitura do texto 1 (Anexo A) sobre a produção de refrigerantes, a ser feita pelos(as) alunos(as) a partir da solicitação do(a) professor(a) que, por sua vez, lhes questionará sobre a identificação de como é preparado o xarope simples; a finalidade da filtração do açúcar e os equipamentos utilizados; a finalidade da redução da temperatura no trocador de calor e seu funcionamento; o uso e controle da qualidade da água na indústria; como acontece a dissolução de gás carbônico e quais as condições necessárias para que não haja desperdício de energia;
- c) a realização de atividade experimental no laboratório de Química, com o acompanhamento do(a) professor(a) a fim de verificar a presença de gás carbônico, medir e comparar a quantidade existente desse gás em diferentes marcas de refrigerantes comercializados<sup>53</sup>. No final da atividade o(a) professor(a) deve pedir aos alunos e alunas que comparem as condições de realização da tarefa no laboratório e na indústria;
- d) a leitura do texto 2 (Anexo A) sobre a caldeira. Para atender à solicitação dos(as) professores(as), os(as) alunos(as) se organizarão em dupla e discutirão sobre o assunto, colocando questões do tipo: como funciona a caldeira; qual a relação entre o desenvolvimento científico e o tecnológico; e que conseqüências a invenção acarretou para a sociedade local;

---

<sup>53</sup> Existem vários manuais de laboratório de Química contendo atividades experimentais como, por exemplo, as revistas da Química Nova na Escola (QNEsc) e os livros publicados pelo Grupo de Pesquisa em Educação em Química (GEPEQ) ou de outras atividades sugeridas, pelo grupo citado, no site <<http://www.gepeq.iq.usp.br>>.

- e) visita a uma indústria de refrigerantes gaseificados feita pelos(as) alunos(as), seguindo um roteiro com tarefas a serem desenvolvidas como observação e entrevista, conforme o roteiro 1 e 2 (Anexo A);
- f) coleta de dados a ser feita pelos(as) alunos(as) (distribuídos em pequenos grupos – 5 no máximo) sobre os problemas ambientais que uma indústria de refrigerantes pode gerar; as medidas utilizadas para controlá-los e sobre os impostos estaduais, municipais e nacionais que as indústrias recolhem e para onde vão. Após a obtenção dessas informações, os(as) professores(as) deverão solicitar a elaboração de uma pequena apresentação em que se retrate a realidade em foco. Essa tarefa deverá ser desenvolvida em sala de aula, na qual tanto o professor(a) como os alunos e as alunas levarão os materiais obtidos de diversas fontes para que fiquem à disposição de todos. Cada grupo elaborará um cartaz, que será afixado na parede ou no quadro para que os demais grupos possam analisar e debater (PATO, 2001).

#### **4.6.1.5 Recursos didáticos (Anexo A)**

- Texto 1: Produção industrial de refrigerante gaseificado;
- Roteiro 1: Verificando a quantidade de gás carbônico existente nos refrigerantes;
- Texto 2: Da caldeira à máquina a vapor;
- Roteiro 2: Observação da indústria durante a visita;
- Roteiro 3: Realização da entrevista com um funcionário da indústria durante a visita.

#### **4.6.1.6 Estratégias de avaliação**

Para o processo de avaliação, sugere-se que seja proposto aos alunos e alunas que elaborem uma síntese individual (relatório) da visita, contendo as informações obtidas nas entrevistas e comparem-nos com as que foram obtidas pelos demais colegas. Poderá também ser incluído um item sobre as impressões do aluno ou aluna durante a visita, tanto com relação ao espaço físico, localização, número de funcionários, aspecto socioeconômico dos funcionários etc.

Outra atividade de avaliação consiste na elaboração de um texto a partir do tema “A implantação de uma indústria de refrigerantes no meu bairro”.

A observação do trabalho dos(as) alunos(as) na elaboração das diversas tarefas consiste em atividades de avaliação. A atividade (f), por exemplo, envolve tanto aspectos operativos de distribuição de trabalho como atitudes de colaboração, conversação, diálogo, autonomia e co-responsabilidade sobre a tarefa a ser desenvolvida. Sem dúvida, a atividade em grupo não exclui o trabalho e esforço individual, mas, ao contrário, constitui um elemento motivador à medida que atende às características dos(as) alunos(as).

#### **4.6.2 Localização geográfica e aproveitamento dos recursos pela indústria\***

A seqüência de atividades apresentada a seguir objetiva mostrar a possibilidade e a potencialidade de trabalhar a Tecnologia com outras áreas do conhecimento. Com as atividades

---

\* Adaptação da atividade proposta por Monguilet (2004).

dessa unidade didática espera-se que os(as) alunos(as) sejam capazes de identificar características gerais da atividade química industrial e como esta provoca a transformação do espaço geográfico. Pretende-se promover, partindo da indústria objeto de estudo – produção de refrigerantes gaseificados – a generalização da atividade industrial de grandes empresas. Buscar-se-á trabalhar com os alunos e as alunas o desenvolvimento de capacidades como localizar um espaço, identificar, caracterizar e estabelecer fatores, deduzir conseqüências e defender opiniões.

As atividades podem ser trabalhadas em conjunto com o professor ou professora de Geografia e/ou Filosofia, ou ainda Economia do Rio Grande do Norte. Esta última disciplina é incluída – de acordo com a LDB (BRASIL, 1999a) – em algumas escolas de Natal como parte diversificada do currículo. Propõe-se incluir aspectos conceituais dessas áreas do conhecimento como, por exemplo, a organização industrial e as empresas multinacionais, a relação entre a indústria e o desenvolvimento de outros setores econômicos etc.

#### **4.6.2.1 Objetivo geral**

Identificar e analisar as diferentes interações estabelecidas entre a sociedade e seus territórios na utilização do espaço territorial e seu aproveitamento, o impacto dos equipamentos na comunidade e no ambiente geográfico, avaliando as conseqüências econômicas, sociais, políticas e ambientais. Obter informações a partir de diferentes meios relacionados com o tema em estudo, organizando e comunicando de forma inteligível aos demais colegas.

#### 4.6.2.2 Objetivos específicos

- Identificar regiões de concentração das indústrias;
- Reconhecer a atual tendência da organização das indústrias e suas transformações socioeconômicas e culturais;
- Identificar aspectos que influenciam na localização de uma indústria;
- Extrair informações de fontes escritas e cartográficas.

#### 4.6.2.3 Conteúdos

Tal como foi explicitado na unidade anterior, os conteúdos serão trabalhados globalmente, conforme o quadro a seguir:

Quadro 9: Conteúdos a serem abordados na unidade didática: “Localização geográfica e aproveitamentos de recursos pelas indústrias”

Conteúdos conceituais	Conteúdos procedimentais	Conteúdos atitudinais
<ul style="list-style-type: none"> <li>• espaços industriais;</li> <li>• economia e trabalho no mundo atual;</li> <li>• fatores que influenciam na localização das indústrias;</li> <li>• tendência das empresas em se tornarem grandes instituições;</li> <li>• atividade industrial e a paisagem geográfica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• realizar leitura e interpretação de mapas e tabelas;</li> <li>• estabelecer relação entre fatores como porto, estradas, mão-de-obra, impostos etc., com a localização das indústrias;</li> <li>• identificar tipos de transporte, energia utilizada e organização da indústria de refrigerante;</li> <li>• obter informações sobre as distintas atividades profissionais na indústria.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• desenvolver uma atitude crítica frente à atividade industrial e sua organização empresarial;</li> <li>• valorizar as atividades profissionais;</li> <li>• desenvolver posturas para com o ambiente natural;</li> <li>• aprender a trabalhar em equipe;</li> <li>• valorizar e respeitar a opinião do colega.</li> </ul>

#### 4.6.2.4 Metodologia

Essa unidade didática conta com uma seqüência de atividades a serem desenvolvidas pelos alunos e alunas. Para a execução dessas o professor ou professora lhes solicitará que

- a) observem o mapa do Rio Grande do Norte, e de acordo com uma listagem de endereços (Anexo A) localizem as indústrias e marquem-nas com um círculo vermelho; identifiquem as regiões densamente povoadas, as principais cidades, as regiões industriais, os portos, rodovias e estradas principais próximas às indústrias;
- b) baseados na observação do mapa do Rio Grande do Norte, por eles marcado, estabeleçam qual a possível relação que pode existir entre o porto de uma cidade, a rodovia principal e a instalação de uma indústria; a densidade populacional e mão-de-obra e o número de trabalhadores e a produção;
- c) após a leitura do texto 3 sobre a empresa Coca-cola, identifiquem as fontes de energia utilizadas pela indústria; a matéria-prima básica da indústria e o produto obtido; classifiquem os tipos de transporte e como era a organização empresarial quando foi fundada e como é atualmente;
- d) elaborem, por escrito, e individualmente, um texto, definindo quais os critérios que devem ser considerados para a implantação da indústria química numa região;

e) organizando-se em duplas, respondam a seguinte questão: “Uma crise no Oriente Médio faz com que aumente o preço do petróleo. Que conseqüências isso terá sobre a indústria de refrigerante?”. Essa atividade deverá ser desenvolvida em dois momentos: primeiro, individualmente; depois, em dupla, na qual os alunos e alunas irão comparar suas razões com as do outro colega, identificando os aspectos semelhantes e divergentes.

#### **4.6.2.5 Recursos didáticos (Anexo A)**

- Mapa do Estado do Rio Grande do Norte.
- Relação de indústrias da região e seus respectivos endereços e dados estatísticos da população.
- Texto 3: A indústria da Coca-cola.

#### **4.6.2.6 Estratégias de avaliação**

Uma das etapas da avaliação pode ser a observação dos alunos e alunas no decorrer do processo, por meio de fichas individuais; no envolvimento e participação das atividades e tarefas no decorrer das aulas; no estabelecimento das relações; no uso de informações procedentes de mais de uma fonte e nas contribuições individuais para o trabalho em grupo.

Outras atividades avaliativas incluirão a solicitação ao aluno ou à aluna, na elaboração de um texto (individualmente), sobre o seguinte tema: “Características gerais das indústrias de grande porte na atualidade”. Propor a partir das respostas da atividade (d) um debate sobre as diferentes razões que justificam a implantação de uma indústria química em uma região.

### **4.6.3 A contaminação da água provocada pela indústria de refrigerantes\***

Na seqüência de atividades que será apresentada a seguir, pretende-se proporcionar condições que promovam atitudes positivas, democráticas e críticas nos alunos e nas alunas para com o ambiente e a sociedade. Essa unidade didática pode ser desenvolvida em conjunto com professores de outras áreas do conhecimento, como a Biologia, a Sociologia e a Economia.

#### **4.6.3.1 Objetivo geral**

Proporcionar uma situação de aprendizagem na qual os alunos e alunas avaliem as conseqüências envolvidas em uma questão de contaminação ambiental e os impactos gerados pela atividade industrial de caráter social, político e econômico, para que expressem suas opiniões e desenvolvam atitudes democráticas perante o grupo social em que se encontram inseridos. Que possam desenvolver hábitos e critérios de coleta, caracterização, organização e tratamento de informações advindas de diversas fontes sobre a questão da contaminação e das implicações sociais. Que possam relatar as informações obtidas para os demais colegas, de forma tal que favoreça o trabalho em equipe.

---

\* Essa unidade didática foi desenvolvida e apresentada em janeiro de 2003 como trabalho final de avaliação no Curso Experimental para la Formación Docentes en el enfoque CTS na Universidade de Oviedo – Espanha, promovido pela Organização dos Estados Iberoamericanos (OEI) e patrocinado pela Cátedra de Cuba em nome do Prof. Dr. Jorge Jover Nuñez.

#### **4.6.3.2 Objetivos específicos**

- Identificar problemas em uma situação fictícia e elaborar novas questões.
- Buscar e organizar as informações de diversas fontes.
- Trabalhar de forma cooperativa.
- Valorizar as opiniões dos colegas.
- Elaborar opiniões sobre a situação proposta.

#### **4.6.3.3 Conteúdos**

Nessa unidade didática, os conteúdos estão intrinsecamente relacionados com o desenvolvimento de posturas e atitudes positivas, críticas e reflexivas por parte dos alunos e alunas frente a uma situação de contaminação ambiental.

Assim, apesar da sugestão apresentada a seguir, muitas outras possibilidades podem ser propostas pelos(as) alunos(as) em decorrência de seus interesses e curiosidades.

Quadro 10: Conteúdos a serem abordados na unidade didática: “A contaminação da água provocada pela indústria de refrigerantes”

Conteúdos conceituais	Conteúdos procedimentais	Conteúdos atitudinais
<ul style="list-style-type: none"> <li>• desenvolvimento tecnológico e suas controvérsias;</li> <li>• participação pública e decisões sociais;</li> <li>• problemas ambientais causados pela indústria e a Legislação ambiental;</li> <li>• impostos pagos pela indústria;</li> <li>• direitos trabalhistas;</li> <li>• formas de organização social;</li> <li>• segurança ambiental e do trabalho;</li> <li>• saúde pública e doenças transmitidas pela água contaminada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• desenvolver critérios para buscar, analisar e organizar informações advindas de distintas fontes;</li> <li>• contrastar suas idéias com as de outros colegas;</li> <li>• identificar problemas em uma dada situação;</li> <li>• elaborar questões;</li> <li>• expressar as idéias de forma clara;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• desenvolver uma atitude crítica frente a questões de contaminação ambiental;</li> <li>• valorizar as atividades em equipe;</li> <li>• desenvolver posturas de respeito à pluralidade de opiniões;</li> <li>• desenvolver posturas de responsabilidade pelo trabalho em equipe;</li> <li>• valorizar e respeitar a opinião do colega;</li> </ul>

#### 4.6.3.4 Metodologia

Nessa unidade didática, uma das estratégias utilizadas será a simulação, que consiste em um método que permite representar uma situação imaginária com a finalidade de analisar as relações recíprocas entre a indústria química e as implicações sociais, econômicas e ambientais. Assim, as seqüências de atividades são organizadas tal como segue:

- a) o professor ou professora iniciará as atividades aplicando um questionário (Anexo A) para conhecer as idéias dos alunos e alunas sobre a relação da indústria com o ambiente, a legislação ambiental e as atitudes e comportamentos das pessoas e indústrias para com o ambiente. Esse levantamento servirá de subsídio para que se possa acompanhar as idéias inicialmente apontadas por cada aluno(a) e seu desenvolvimento durante as atividades propostas. Esse material também pode servir de apoio para diversas discussões relacionadas ao assunto. Os alunos e as alunas responderão individualmente o questionário: usos e contaminação da água, que servirá de ficha de acompanhamento do(a) aluno(a) pelo(a) professor(a) (Anexo A);
- b) o professor ou professora apresentará uma situação fictícia aos alunos e alunas com a leitura do Texto 5: Contaminação da água pela indústria de refrigerantes (Anexo A). Após a leitura do texto, será solicitado aos alunos e alunas, organizados em dupla, que identifiquem os problemas na notícia de contaminação e que elaborem novas questões. Um possível esquema das etapas a serem seguidas pelos(as) alunos(as) é reconhecer o problema, o que o provoca, quais são seus efeitos, onde e como é percebido (Roteiro 4 – Anexo A). Identificados os problemas, os alunos e alunas irão expô-los aos demais colegas da sala de aula;
- c) o professor ou professora organizará os(as) alunos(as) em equipes (4 a 5 alunos). Cada um(a) irá representar um grupo social envolvido na situação de contaminação da água (Roteiro 5- Anexo A): empresários, vereadores, sindicato, associação de moradores, ambientalistas e órgão fiscalizador de danos ambientais. As equipes buscarão informações para propor uma alternativa de solução para a contaminação ambiental que atenda aos interesses do grupo o

qual está representando (Roteiro 6 – Anexo A). Nesse caso, a organização do trabalho de equipes de alunos(as) para solucionar a situação proposta é importante, já que partirá dos interesses e idéias iniciais de cada aluno ou aluna;

d) com o acompanhamento do professor ou professora, cada equipe elaborará a apresentação (Roteiro 7 – Anexo A) de sua(s) proposta(s) e fará a exposição seguindo o cronograma previsto pelo(a) professor(a) para debater com os demais colegas da sala de aula (Roteiro 8 – Anexo A).

#### **4.6.3.5 Recursos didáticos (Anexo A)**

- Questionário sobre as implicações da Tecnologia com a Sociedade e o Ambiente (Ficha de acompanhamento 1: Instrumento do professor/a).
- Texto 5: Notícia de contaminação da água provocada por uma indústria de refrigerantes.
- Questionário sobre os usos da água e sua contaminação (Ficha de acompanhamento 2: Instrumento do professor/a).
- Roteiro 4: Identificar problemas na notícia de contaminação da água.
- Roteiro 5: Papel de cada grupo de alunos(as) envolvido na situação fictícia.
- Roteiro 6: Orientações para o trabalho em equipe.
- Roteiro 7: Orientações para apresentação das propostas.
- Roteiro 8: Orientações para o debate das propostas.

#### 4.6.3.6 Estratégias de avaliação

Constitui avaliação nessa unidade didática, a observação do trabalho cooperativo desenvolvido pelos alunos e alunas como organização e divisão das tarefas, o grau de responsabilidade por meio de fichas de acompanhamento para cada equipe (Anexo A).

A observação feita pelo professor ou professora sobre os critérios utilizados pelos alunos e alunas na busca de informações, critérios de seleção e seu tratamento implicam o desenvolvimento de ações por parte destes que serão apresentadas para os demais colegas. A apresentação pode ter o suporte de recursos audiovisuais, quadros, tabelas, gráficos, artigos de jornal etc.

A participação em atividades coletivas constitui um elemento valioso no desenvolvimento de atitudes positivas nos alunos. O debate e exposição das propostas podem ser vistos como instrumentos de gestão e administração das regras, pois introduz o caráter público, propiciando que sejam ressaltados compromissos pessoais de conduta – sejam de ordem emotiva ou racional – diante dos demais colegas. A atividade coletiva propicia trabalhar as normas de atuação e de comportamento, assim como das relações pessoais para manter o convívio harmônico e respeitoso entre todos.

Nos três exemplos de unidades didáticas apresentados neste capítulo, são contemplados, em maior ênfase, respectivamente, conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

Como foi dito anteriormente, a proposição alternativa para trabalhar a Tecnologia por meio do estudo de produções químicas industriais resulta de uma inquietação levantada pelos futuros colegas de profissão sobre o como planejar atividades. Os exemplos visam mostrar as potencialidades educativas desse estudo ao fazer a interface com outras áreas do conhecimento.

Possibilita, ainda, a proximidade dos alunos e das alunas com outras profissões, sem a intenção de formar técnicos, mas para que possam compreender que a Tecnologia faz parte de um sistema que envolve muitos aspectos e não se encontra alheia a um contexto social, econômico e cultural.

Sem dúvida que a proposta aqui apresentada encontra-se em nível teórico, mas que é possível de ser desenvolvida nas aulas de Química do Ensino Médio. O que já se sinaliza, nesse sentido, é a intenção de dar continuidade a esse trabalho, tanto com os alunos e as alunas do Ensino Médio como também apresentando e discutindo a referida proposta com professores e professoras de Química em exercício e em formação inicial para esse nível de ensino, para que possam avaliar a possibilidade de ela ser trabalhada.

## CAPÍTULO 5      CONSIDERAÇÕES FINAIS

O clichê adotado que justifica a necessidade da incorporação da Tecnologia nas escolas como parte da educação do cidadão e da cidadã do amanhã, em uma sociedade que vive a era tecnológica, tornou-se um argumento demasiado óbvio. Nesse sentido, os professores e as professoras de Química do Ensino Médio têm um grande desafio para incorporar essa temática em suas aulas.

Nesta pesquisa foram apresentados alguns pontos que merecem reflexões que traduzem contradições dessa incorporação no currículo, trazendo implicações que acarretariam no aumento do número de disciplinas, na elaboração de material didático e na preparação dos professores. Entre outras posições, ressalta-se que a Tecnologia não é propriedade de uma disciplina curricular, e não deve ser reduzida ao objetivo de um ensino profissionalizante, nem tampouco uma contribuinte marginal para a educação científica, mas trabalhá-la como um tema interdisciplinar. Talvez seja essa a posição mais adequada, bem mais do que tomá-la como uma *disciplina independente* ou *a serviço de uma outra disciplina*.

Outra posição que merece ser destacada é o enfoque das modalidades que prioriza a relação entre a teoria e a prática. Estas, por sua vez, desconsideram os aspectos sociais, culturais e ambientais relacionados com a Tecnologia; implica um ensino descontextualizado, preocupado, principalmente, com a *preparação e treinamento* para uma profissão específica; aumentará a quantidade de *conteúdos* a serem trabalhados, poluindo o currículo com aprendizagens estritamente disciplinares. Entretanto, o aspecto positivo de tal abordagem é privilegiar conteúdos procedimentais, o *saber-fazer*. Esses propósitos revelam a intenção de preparar alunos para o

mercado de trabalho – o ensino profissionalizante. Já a Tecnologia combinada a outras disciplinas de Ciências é vista como um tema articulador que contribui com a educação científica, que, dependendo da abordagem, tanto pode ressaltar os aspectos valorativos da relação entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade como pode ser tratado como tema que auxilie o ensino de Ciências. Dependendo do enfoque dessa modalidade pode reforçar, por exemplo, a idéia da aplicação de conhecimentos científicos em objetos ou processos.

Apesar do consenso sobre a necessidade de incorporar a Tecnologia, as discussões sobre seu lugar no currículo escolar devem continuar em pauta. Tais discussões não podem se ausentar de outra ponto como o reflexo da diversidade de definições para o termo Tecnologia aliado à visão tradicional de dependência desta com a Ciência. Esses aspectos influenciam em *como e no que ensinar*. Nesse sentido, o estudo assinala para a importância de se conhecer o pensamento do professor sobre a Tecnologia e fornecer elementos para que se possa refletir sobre a formação docente, no sentido de prepará-los para enfrentar o desafio de propiciar a seus futuros alunos e alunas do Ensino Médio, recursos para que compreendam o mundo que os rodeia e para que possam participar dos processos democráticos. Para tanto, resalta-se a necessidade de explicitar qual a concepção de Tecnologia adotada pelos professores e professoras, pela escola, o porquê ensiná-la, quais são seus objetivos educativos, os conteúdos e os métodos de ensino, e em que ponto no currículo deverá ser tratada, para que seja justificada com base em argumentos educacionais e não profissionalizantes.

A intrínseca relação entre os diversos aspectos que envolvem a Tecnologia suscita no professor ou professora duas questões relevantes e não excludentes: que visão possui sobre a Tecnologia e como trabalhá-la com seus alunos e alunas, no nosso caso do Ensino Médio. Os professores e professoras durante o processo de ensino-aprendizagem devem proporcionar aos

alunos e alunas do Ensino Médio aprendizagens que oportunizem a elaboração de pensamentos críticos frente a questões que envolvem a Tecnologia, o que se reflete na preparação dos licenciandos em Química pela agência formadora. Isso leva a novas questões desafiadoras tais como: que alternativas pedagógicas contribuiriam para produzir um estilo formativo para atender a esse desafio? Que precisa saber e fazer o professor formador dos licenciandos de Química, para contribuir com o trabalho docente?

Outro ponto que se argumenta é ausência de materiais didáticos que contribuam com o exercício docente. Assim, a organização da unidade didática acena para a possibilidade de promover o diálogo com outras áreas disciplinares ao se trabalhar a Tecnologia em seu componente educativo, podendo favorecer a alfabetização científica e tecnológica. Apesar de esse não ser um tema novo, mas sinalizado pelos PCNEM como relevante para ser trabalhado nas escolas do Ensino Médio, a pesquisa revela que é necessário considerar algumas questões para ultrapassar a visão reducionista e tradicional de abordar os processos químicos como o resultado da aplicação dos conhecimento químicos. E nesse sentido, sinaliza-se para a importância de refletir sobre os conteúdos de ensino a serem selecionados, de modo que esses possam contribuir para promover esta interface. **Tendo como** sugestão para a continuidade a esse estudo a discussão da proposta didática com professores(as) em exercício, no sentido de refletir sobre as limitações desta proposta e a viabilidade de ser colocada em prática com alunos e alunas do Ensino Médio.

Com relação às duas primeiras questões de estudo: primeiro, o que pensam os futuros professores e professoras de Química sobre a Tecnologia e sua relação com a Ciência, e que saberes são necessários para trabalhar esse enfoque na disciplina de Química; segundo, como planejar atividades orientadas a abordar a Tecnologia, os resultados assinalam que licenciandos

em Química apresentam visões clássicas sobre a Tecnologia, relacionando-a, em grande parte, tanto a conhecimentos sobre equipamentos, objetos ou processos como à resolução de problemas. Revelam idéias predominantes – tradicional, estratégica e utilitária –, referenciadas pelo senso comum, de subordinação à Ciência, com posições pessimistas, positivas e intermediárias com relação à sociedade e ao ambiente. Entende-se que tais idéias podem ser justificadas pelo fato de que durante sua trajetória formativa (os licenciandos) não tiveram uma educação explícita e reflexiva para discutir questões que envolvem a Tecnologia.

Outro ponto observado a partir da análise dos resultados da pesquisa é a pouca proximidade dos futuros professores e professoras de Química com saberes disciplinares relativos às produções químicas industriais. Nesse sentido, são sinalizados alguns saberes disciplinares para trabalhar a Tecnologia no ensino de Química como saber sobre a relação entre a Tecnologia e a Ciência; a organização do trabalho na indústria química; os objetos tecnológicos na indústria química; a história da Tecnologia; as particularidades dos conteúdos conceituais no contexto da indústria química; a releitura dos modelos da Química para o contexto da indústria química e o conteúdo químico e tecnológico presentes na indústria química.

A reflexão sobre esses elementos sugere que os professores e professoras, para trabalhar a Tecnologia na disciplina de Química, devem conhecer os processos químicos relativos às indústrias químicas, como evoluíram esses processos, os impactos das produções no ambiente, e as interações da tecnologia química com o conhecimento químico. Além disso, precisam saber relacionar a teoria e a prática, estar atualizado com as tendências das produções químicas contemporâneas, e saber selecionar processos que sejam acessíveis à compreensão dos alunos e das alunas, o que significa considerar a importância de uma ou outra produção química industrial, a qual dependerá não só das implicações sociais mas também das econômicas e ambientais.

Outro aspecto observado nos resultados é uma superficialidade nos saberes didáticos sobre como trabalhar a Tecnologia por meio do estudo dos processos químicos industriais, priorizando um excesso de conteúdos aliados à abordagem da Tecnologia como dependente da Ciência. Propõem muitas vezes estratégias didáticas descontextualizadas. Aliada a esses aspectos, a associação entre as idéias sobre a Tecnologia e sobre sua relação com a Química influencia no objetivo educativo almejado que orientará todo o planejamento das atividades, caracterizado tanto pelo ensino de técnicas como baseado no caráter teórico-prático, dando ênfase a conhecimentos específicos aplicados à produção industrial ou como futuro posto de trabalho. Tais análises sinalizam para o desafio de um novo olhar, uma proposta alternativa para trabalhar esse componente no Ensino Médio e, conseqüentemente, repensar a formação do professor.

Assim, acena-se como necessário a futuros professores e professoras de Química para trabalhar a Tecnologia saberes didáticos sobre: a realidade do(a) aluno(a) e o contexto escolar; a relevância do conteúdo; o contexto da indústria química; selecionar produções químicas industriais com finalidade educativa; elaborar material didático para trabalhar a Tecnologia; as metodologias diversificadas para trabalhar as produções químicas industriais.

Ressalta-se também para a importância de refletir, na formação inicial, sobre esses pontos, no sentido de contribuir com a inovação no ensino e melhor preparação para a futura atuação como docente dos licenciandos.

Nesse sentido, como reflexo da pesquisa, algumas sugestões são encaminhadas à agência formadora para um olhar na formação de professores e professoras de Química em direção a abordagem da Tecnologia por meio das produções químicas industriais. Esse olhar não vê como alternativa a incorporação de novas disciplinas para discutir toda a complexidade que permeia o tema Tecnologia e as produções químicas industriais. Considera-se uma postura muito simplista,

levando a pensar que se deve, então, colocar uma disciplina para discutir a bioética, outra para a clonagem, outra para os transgênicos, entre tantas outras. Não seria talvez mais adequado discutir a Tecnologia nas disciplinas já existentes no currículo? Por exemplo, discutir a essência da Tecnologia, as distintas visões de sua relação com a Ciência, não poderiam ser incorporadas no currículo da disciplina de Filosofia da Ciência, e por que não Filosofia da Ciência e da Tecnologia? A relação entre os conhecimentos químicos e os tecnológicos que permeiam a produção química industrial, a dicotomia entre as condições de operação na indústria e os modelos científicos para explicar fenômenos, não poderiam ser discutidos nas disciplinas de Química ou de Instrumentação para o Ensino? A relação entre o contexto da indústria química e o contexto da escola, o como elaborar atividades e de como trabalhá-las, não poderiam ser discutidos na disciplina de Didática e de Prática de Ensino?

A agência formadora, por sua vez, pode propiciar espaços para discutir, construir e refletir sobre os saberes disciplinares e didáticos, para trabalhar a Tecnologia, nas disciplinas já existentes no curso de Formação de professores(as) de Química.

Esse olhar pode vir a contribuir com a profissionalização dos professores e professoras de Química, proporcionando uma preparação mais adequada, pois passam a ter significativa importância no sentido de capacitá-los para trabalhar com as possibilidades da Tecnologia nas aulas de Química. Nessa perspectiva, a agência formadora e os atores envolvidos no processo de formação docente devem participar de forma crítica, reflexiva na construção de novos saberes para a inovação didática.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE, [S.l], 1990. Disponível em: <<http://www.project2061.org>>. Acesso em: 04 jun. 2001.

ABETI, I. M. As Ciências Sociais no desenvolvimento das capacidades dos alunos. In: COLL, C.; MARTÍN, E. (Orgs.) **Aprender conteúdos e desenvolver capacidades**. Porto Alegre: ArtMed. 2004.

ACEVEDO, J. A. D. Educación Tecnológica desde una perspectiva CTS: una breve revisión del tema. **Alambique**, [S.l], v. 3, p. 75-84, 1995. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo5htm>>. Acesso em: 13 jul. 2001.

\_\_\_\_\_. La tecnología en las relaciones CTS: Una aproximación al tema. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v.14, n. 1, p. 35-44, 1996.

\_\_\_\_\_. Análisis de algunos criterios para diferenciar entre ciencia y tecnología. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 16, n. 3, p. 409-420, 1998.

ACEVEDO, J. A.; VÁZQUEZ, A. A.; MANASSERO, M. A. Evaluación de actitudes y creencias CTS: diferencias entre alumnos y profesores. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS. 6., 2001, Barcelona. **Anais...** Barcelona:[s.n.], 2001. p. 443-444.

\_\_\_\_\_. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, [S.l], v. 2, n. 2. 2003. Disponível em:<<http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen2/Numero2/Art1.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2003.

AIKENHEAD, G. S. An analysis of four ways of assessing student beliefs about STS topics. **Journal of Research in Science Teaching**, [S.l], v. 25, n. 8, p.607-629, 1988.

ALLSOP, T.; WOOLNOUGH, B. The relationship of technology to science in English schools. **The Journal of Curriculum Studies**, [S.l], v. 22, n.2, p. 127-136, 1990.

ALTET, M.. As competências do professor profissional: entre conhecimentos, esquemas de ação e adaptação, saber analisar. In: PERRENOUD, P. (Org). **Formando professores profissionais**. Porto Alegre: Artmed, 2001. p. 21-34.

ANDRADE, E.A. **Technology education in Latin America**. Paris: UNESCO, 1997. Disponível em: <[http://www.unesco.org/courier/1999\\_05/sp/dossier/](http://www.unesco.org/courier/1999_05/sp/dossier/)>. Acesso em: 06 abr. 2001.

ANGRA 3: impasse nuclear. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, 22 nov. 2001. Disponível em: <<http://www.jb.com.br/jb/papel/economia/2001/11/21/joreco20011121014.html> >. Acesso em: 28 ago. 2003.

ANGULO, L. M.V. **El professor como profesional**: formación y desarrollo personal. Granada: Servicio de Publicaciones de la Universidade de Granada, 1990.

AULER, D.; STRIEDER, D.; CUNHA, M. O Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade como parâmetro e motivador de alterações curriculares. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 1., 1998, Porto Alegre. **Atas ...** Porto Alegre: [s.n], 1998, p. 187-192.

AURÉLIO, B. H. **Novo dicionário da língua portuguesa**. 5. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1975.

BACHS, X. ¿ Hacia una humanidad sin tecnologías?. **Aula de Innovación Educativa**, [S.l], p. 35-39, 1999.

**BAIGORRI, J.** Enseñar y aprender tecnologia en la secundaria. **Barcelona: ICE/Horsori. 1997.**

**BAPTISTA, J.M.** A Educação Tecnológica e os novos programas. **Porto: Edições Asa. 1993.**

**BARDIN, L.** Análise de conteúdo. **Lisboa: Edições 70, 1977.**

**BORGES, C. M. F.** **O professor da Educação Básica de 5a. a 8a. série e seus saberes profissionais.** 2002. Tese (Doutorado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira, Rio de Janeiro, 2002.

**BRASIL.** Ministério da Educação. **Resolução CP/CNE nº 1 e 2.** Brasília, 2002.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) nº. 9.394/96.** Brasília, 1999a.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Novo Ensino Médio.** Brasília, 1999b.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.** Brasília, 1998. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br>> Acesso em: 31 abr. 2001.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Decreto nº 2.208/97.** Brasília, 1997.

**BUCH, T.** La alfabetización Científica y Tecnológica y el control social del conocimiento. **Redes**, [S.l], v.6, n.13, p.119-136, 1999. Disponível em: <<http://www.cab.cnea.gov.ar/gaet/material.htm>>. Acesso em: 22 jun. 2003.

**BUNGE, M.** **Ciência e desenvolvimento.** São Paulo: Itatiaia. 1980.

**BYBEE, R.W.; MAU, T.** Science and Technology related global problems: an international survey of science educators. **Journal of Research in Science Teaching**, [S.l], v. 23, n. 7, p. 599-618, 1986.

**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.

CAMPANARIO, J. M.; MOYA, A.; OTERO, J.C. Invocaciones y usos inadecuados de la ciência en la publicidad. **Enseñanza de las Ciencias**. Barcelona, v. 19, n. 1, 2001.

CAMPANARIO, J. M. **La enseñanza de las Ciencias em preguntas y respuestas**. [S.l.:s.n.]. 2002. Disponível em: <<http://www2.uah.es/jmc/webens/portada.html>>. Acesso em: 13 nov. 2003.

CAÑAS, A.; MARTÍN-DÍAZ, M.J.; NIEDA, J.A. As Ciências Naturais no desenvolvimento das capacidades dos alunos. In: COLL, C. E MARTÍN, E. (Orgs.) **Aprender conteúdos e desenvolver capacidades**. Porto Alegre: ArtMed, 2004. p. 189-233.

CAÑAL, P. El análisis didáctico de la dinamica del aula: tareas, actividades y estrategias de enseñanza. In: CAÑAL, P.; PERALES, F. (Orgs.) **Didáctica de las Ciencias Experimentales**. Espanha: Marfil. 2000. p. 209-238.

CASALDERRY, M.L. La integración Ciencia-Tecnología en el desarrollo del programa de Física y Química de segundo curso de Bachillerato. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS. 2., 1987, Barcelona. **Anais...** Barcelona:[s.n.], 1987. p. 169-170.

\_\_\_\_\_. Actividades de integración Ciencia-Tecnología (INCITEC) en las clases de Física y Química de la Enseñanza secundaria. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, 3., 1989, Barcelona. **Anais...** Barcelona:[s.n.], 1989. p. 172-174.

CHALMERS, A. **A fabricação da Ciência**. São Paulo: UNESP. 1994.

COCHRAN, K. Pedagogical content knowledge: teacher's integration of subject matters, pedagogy, students and learning environments. **Research Matters to the Science Teacher**, [S.l.], v. 14, p. 97-102, 1997.

COLL, C. et al. **Os conteúdos na reforma**. Porto Alegre: ArtMed, 2000.

CORNBLETH, C. Knowledge for teaching history. **Competing Visions of Teachers Knowledge**, [S.l.], v. 89, n.1, p.173-181, 1989.

DECLARACIÓN sobre la Educación Científica. In: SIMPOSIO DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EN EL NUEVO MILENIO, 2001, Cuba; **Anais eletrônicos...** Cuba:[s.n.], 2001. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org>>. Acesso em: 08 jun. 2001.

DEBRÉ, P. **Louis Pasteur**. São Paulo: Scritta. 1995.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A.; PERNAMBUCO, M.M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez. 2002.

DELORS, J. **Educação: um tesouro a descobrir**. São Paulo: Cortez. 1999. Relatório para a UNESCO da Comissão internacional sobre Educação para o século XXI.

DE VRIES, M. J. Technology Education: beyond the “Technology is applied science” Paradigm. **Journal of Technology Education**,[S.l.], v. 8, n.1, 1996. Disponível em: <<http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v8n1/deVries.html>>. Acesso em: 25 fev. 2003.

ECHEVERRÍA, J. Tecnociencia y sistemas de valores. In: CEREZO, J. A.; RON, J. **Ciencia, Tecnología, Sociedad y Cultura en el cambio de siglo**. Madrid: OEI, 2001a. p. 221-242.

\_\_\_\_\_. Teletecnologías, espacios de interacción y valores. In: CEREZO, J. A.; LUJÁN, J.L. e PALACIOS, E.M.G. **Filosofía de la tecnología**. Madrid: OEI, 2001b. p.15-30.

FERNANDES, I. C. **A seleção de conteúdos na escola de ensino médio: um desafio para professores e professoras?** Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Programa de Pós-Graduação em Educação, Natal, 2003.

FIBRA ótica. [S.l.]: Telemar, 2001. Propaganda.

FLEMING, R. High-School Graduates beliefs about Science-Technology-Society. **Science Education**, [S.l.], v.71, n. 2, p. 163-186, 1987.

\_\_\_\_\_. Literacy for a Technological age. **Science Education**, [S.l.], v. 73, n. 4, p. 391-404, 1989.

FRAGA, A. R. La incorporación de un área Tecnológica a la educación general. **FLACSO**, n. 15, 1996. Disponível em: <<http://cab.cnea.gov.ar/gaet/>>. Acesso em: 04 jan. 2003.

FURIÓ, C. Tendencias atuais en la formación del profesorado de ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 4, n. 1, p. 73-77, 1994.

FONSECA, A. K.; SÁ, A. M.; LIMA, C. M. **Material didático sobre refrigerantes**. São João Del Rei: UFSJ. 2002. Disponível em:<<http://www.ufsj.edu.br/dcnat/refrigerantes>>. Acesso em: 11 ago. 2003.

FOUST, A. S. et al. **Princípios das Operações Unitárias**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1982.

GARCÍA, J.E. **Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares**. Sevilla: Diada. 1998. (Série Fundamentos-8).

GARCÍA, M. M. et al. Alcohol y salud. Ejemplo de unidad didáctica basada en un modelo de enseñanza-aprendizaje de investigación dirigida a secundaria. **Revista Electrônica de Enseñanza de las Ciencias**, [S.l.], v. 2, n. 2. 2003, Disponível em <<http://www.saum.vigo.es/reec>>. Acesso em 20 jun. 2003.

GARDNER, P.L. The relationship between technology and science: some historical and philosophical reflections. Part 2. **International Journal of Technology and Design Education**, [S.l.],v.5, n.1, p. 1-33, 1995a.

\_\_\_\_\_. The representation of science-technology relationships in Canadian physics textbooks. **International Journal of Science Education**, [S.l.], v.21, n.3, p.329-347, 1995b.

\_\_\_\_\_. The roots of Technology and Science: a philosophical and historical view. **Journal of Technology and Design Education**, [S.l.], v. 7, p. 13-20, 1997.

GAUTHIER, C.(Org.). **Por uma teoria da pedagogia**: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente. Rio Grande do Sul: UNIJUÍ, 1998.

GELI, A. M. La evaluación de los procesos y de los resultados en la enseñanza de las Ciencias. In: PERALES, F.; CAÑAL, P. (Orgs.). **Didáctica de las Ciencias Experimentales**. Espanha: Marfil, 2000. p. 187-205.

GEPEQ, **Interações e Transformações – Química para o 2º Grau: Elaborando Conceitos sobre transformações químicas**. São Paulo: USP, 1998a. (Livro do Professor - v. 1).

\_\_\_\_\_. **Interações e Transformações – Química para o 2º Grau: Reelaborando Conceitos sobre Transformações Químicas (Cinética e Equilíbrio)**. São Paulo: USP, 1998b. (Livro do Professor - v.2 ).

\_\_\_\_\_. **Interações e Transformações – Química para o 2º Grau: Química e a Sobrevivência: Atmosfera — fonte de materiais**. São Paulo: USP, 1998c. (Livro do Professor v3).

\_\_\_\_\_. **Interações e Transformações – Química para o 2º Grau: Elaborando Conceitos sobre transformações químicas**. São Paulo: USP, 1998d. (Livro do Aluno – v.1).

\_\_\_\_\_. **Interações e Transformações – Química para o 2º Grau: Reelaborando Conceitos sobre Transformações Químicas (Cinética e Equilíbrio)**. São Paulo: USP, 1998e. (Livro do Aluno – v.2).

\_\_\_\_\_. **Interações e Transformações – Química para o 2º Grau: Química e a Sobrevivência: Atmosfera — fonte de materiais**. São Paulo: USP, 1998f. (Livro do Aluno – v.3).

GIACHARDI, D. How can a visit to an Industrial site effectively support teaching? In: LAZONBY, J.; WADDINGTON, D. **Partners in Chemical Education**. York: Chemical Industry Education Center, 1995. p.1-7.

GILBERT, J. K. The interface between science education and technology education. **International Journal of Science Education**, [S.l.], v. 14, n. 5, p. 563-578, 1992.

\_\_\_\_\_. Educación Tecnológica: una nueva asignatura en todo el mundo. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v.13, n. 1, p.15-24, 1995.

GIL-PÉREZ, D. Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 26-33, 1993.

\_\_\_\_\_. Tres paradigmas basicos en la enseñanza de las Ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v.1, n.1, p. 26-34, 1983.

GORDILLO, M. M.; GALBARTE, J. C. G. Reflexiones sobre la educación tecnológica desde el enfoque CTS. **Revista Iberoamericana de Educación**, [S.l.], n. 28, p. 17-59, 2002. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/revista/rie28f.htm>>. Acesso em: 08 out. 2002.

GRINSPUN, M.P.S.Z. (Org.) **Educação Tecnológica: desafios e perspectivas**. São Paulo: Cortez. 1999.

GUIMARÃES, P.; FERREIRA, F. Trabalhando o Ensino de Química Orgânica através dos aditivos alimentares. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 23., 2000, Poços de Caldas. **Atas...** Poços de Caldas: SBQ, 2000.

HALL, R.; BANNATYNE, M. Technology Education and the 21st Century. **International Science, Technology and Environmental education Newsletter**. , [S.l.], v. 24, n. 4, p. 157-158, 1999.

HERSCHBACH, D. R. Technology as knowledge: implications for instruction. **Journal of Technology Education**, [S.l.], v. 7, n.1, 1995. Disponível em: <<http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v7n1/herschbach.jte-v7n1.html>>. Acesso em: 29 maio 2003.

IMBERNÓN, F. **Formação Docente e Profissional**. São Paulo: Cortez. 2000.

ISUYAMA, R.; TIEDERMANN, P.; PARDINI, V.L.; VIVEIROS, A.V. **Telecurso 2000, Química 2º grau**. Produzido pela FIESP e Fundação Roberto Marinho. São Paulo: Globo, 1995. 1 fita de vídeo, VHS, son., color.

IURY, A. Chemical Industry Education Center. In: LAZONBY, J.; WADDINGTON, D. **Partners in Chemical Education**. York: Chemical Industry Education Center 1995, p.103.

JAFFE, B. **Chemistry creates a new world**. Tradução E. Jacy Monteiro. Rio de Janeiro: Centro de Publicações Técnicas da Aliança, 1963.

JIMENEZ, M. P. El análisis de los libros de texto. In: PALACIOS, F.J.P; CAÑAL, P.L. **Didáctica de las Ciencias Experimentales**. Barcelona: Marfil, 2000. p.307-321.

KEY, M. B. How can a visit to an Industrial site effectively support chemistry teaching?. Symposium, In: LAZONBY, J.; WADDINGTON, D. **Partners in Chemical Education**. York: Chemical Industry Education Center, 1995. p. 76.

KLINE, S. What is technology? **Bulletin of Science, Teach and Society**, [S.l.], v. 5, n. 3, p. 215-218, 1985.

KOTZ, J.; TREICHEL, P. **Química e Reações Químicas**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos. 1998.

KUENZER, A. **Ensino Médio e profissional: as políticas do Estado neoliberal**. São Paulo: Cortez. 1997.

LAYTON, D. Revaluating the T in STS. **International Journal of Science Education**, [S.l.], v. 10, n. 4, p. 367-378, 1988.

LAVILLE, C.; DIONNE, J. **A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas**. Porto Alegre: ArtMed, 1999.

LEINHARDT, G.; SMITH, D. Expertise in mathematics instruction: subject matter knowledge. **Journal of Educational Psychology**, [S.l.], v. 77, n. 3, p. 247-271, 1985.

LEWIS, T. Introducing technology into school curricula. **Journal of Curriculum Studies**, [S.l.], v. 23, n. 2, p. 141-154, 1991.

\_\_\_\_\_. Comparing Technology Education in the U.S. and U.K. **International Journal of Technology and Design Education**, [S.l.], v. 6, p. 221-238, 1996.

LEWIS, T.; GAGEL, C. Technological literacy: a critical analysis. **Journal of Curriculum Studies**, [S.l.], v. 24, n. 2, p. 117-138, 1992.

LOPES, A. R. C. **Conhecimento escolar: ciência e cotidiano**. Rio de Janeiro: UERJ. 1999.

\_\_\_\_\_. Conhecimento escolar em Química: processo de mediação didática da Ciência. **Química Nova**, São Paulo, n. 20, v. 5, p. 563-568, 1997.

LUFTI, M. **Cotidiano e Educação em Química**. Ijuí: Unijuí. 1988.

MAIZTEGUI, A. et al. Papel de la tecnología en la educación científica: una dimensión olvidada. **Revista Iberoamericana de Educación**, [S.l.], n. 28, p. 129-155, 2002. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org>>. Acesso em 10 out. 2002.

MANZANO, J. Educación y Tecnología. In: BAIGORRI, J. (Org). **Enseñar y aprender tecnología en la Enseñanza secundaria**. Barcelona: ICE/HORSORI, 1997. p.19-49. (Cuadernos de Formación del Profesorado).

MAAR, J. H.; et al. Tecnologia química e química fina, conceitos não tão novos assim. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 5, p.709-713, 2000.

MARCELO GARCIA, C. A formação de professores: novas perspectivas baseadas na investigação sobre o pensamento do professor. In: NÓVOA, A. (Org). **Os professores e sua formação**. Lisboa: D. Quixote, 1992a, p. 56-71. Temas de Educação.

\_\_\_\_\_. **Como conocen los profesores la materia que enseñan. Algunas contribuciones de la investigación sobre conocimiento didáctico del contenido**. In: CONGRESO LAS DIDÁCTICAS ESPECÍFICAS EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO, 1992, Santiago. **Palestra ...** Santiago:[s.n.], 1992b.

\_\_\_\_\_. Pesquisa sobre a formação de professores: o conhecimento sobre aprender e ensinar. **Revista Brasileira de Educação**, [S.l.], p. 51-75, 1997.

MARCO-STIEFEL, B. La alfabetización científica. In: PERALES, F.; CAÑAL,P. (Orgs.) **Didáctica de las Ciencias Experimentales**. Barcelona: Marfil. 2000. p. 141-164.

MARTIN, J.; SOLBES, J. Diseño y Evaluación de una propuesta para la Enseñanza del campo conceptual en Física. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v.19, n.3, p.393-403, 2001.

MEDWAY, P. Issues in the theory and practice of Technology Education. **Studies in Science Education**, [S.l.], v. 16, p. 1-24, 1989.

MELLADO, V. J. Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en la formación inicial de primaria y secundaria. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 14, n. 3, p. 289-302.,1996.

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

MEMBIELA, P. I.; CID, M.C. Desarrollo de uma unidad didáctica centrada em la alimentación humana, social y culturalmente contextualizada. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 16, n. 3, p. 499-511, 1998.

MONCALEANO, H. et al. Comprensión del equilibrio químico y sus dificultades de aprendizaje. **Enseñanza de las Ciencias**, número extra, p. 111-118, 2003.

MONGUILET, J. As Ciências Sociais no Desenvolvimento da capacidade dos alunos. In: COLL, C.; MARTÍN, E. (Orgs.). **Aprender conteúdos e desenvolver capacidades**. Porto Alegre: ArtMed, 2004. p. 151-188.

MONTEIRO, A. M. Entre saberes e práticas: a relação dos professores com os saberes que ensinam. In: REUNIÃO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM EDUCAÇÃO, 26., 2003, Poços de Caldas. **Anais eletrônicos...** Poços de Caldas: ANPED, 2003. Disponível em: <<http://www.anped.org.br>>. Acesso em: 11 out. 2003.

NAE, N.; HOFSTEIN, A.; SAMUEL, D. Chemical Industry. A new interdisciplinary course for secondary schools. **Journal of Chemical Education**, [S.l.], v. 57, n. 5, p. 366-368, 1980.

NEVES, L.S. et al. O conhecimento pedagógico do conteúdo: Lei e Tabela Periódica. Uma reflexão para a formação do licenciando em química. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 2002, Atibaia. **Atas...** Atibaia: UFRGS, 2002. 1CD-ROM.

NOBILE, C. et al. Visita à fábrica de refrigerantes|: uma proposta alternativa para a aprendizagem de alguns conceitos químicos no Ensino Médio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 24., 2001, Poços de Caldas. **Atas...** Poços de Caldas: SBQ, 2001.

NOORDERVLIET, P. Which aspects of Industrial Chemistry should be reflected in school chemistry courses and how can this help to influence public understanding? In: LAZONBY, J.; WADDINGTON, D. **Partners in Chemical Education**. York: Chemical Industry Education Center, 1995. p. 123-125.

NÓVOA, A. **Os professores e sua formação**. Lisboa: D. Quixote. 1992.

NUNES, C. M. F. Saberes docentes e formação de professores: um breve panorama da pesquisa brasileira. **Revista Educação & Sociedade**. Campinas, n. 74, p.27-42, 2001.

OSORIO, C.M. Enfoques sobre la tecnología. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad y Innovación**, [S.l.], v. 2, 2002. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/revistactsi/numero2/osorio.htm>>. Acesso em: 02 mar. 2002.

PALACIOS, E.G et al. **Ciencia, Tecnología y Sociedad**: una aproximación conceitual. Madrid: OEI, 2001. (Cuadernos de Iberoamérica)

PATO, M.H. **Trabalho em grupo no ensino básico**. Lisboa: Texto editora. 2001.

PEÑA, A. et al. **Química 9º grado**. Havana: Editorial Pueblo y Educación. 1979.

PÉREZ, Y. et al. **Química: secundaria básica – parte 1**. Havana: Editorial Pueblo y Educación. 1995.

PÉREZ, Y. et al. **Química: secundaria básica – parte 2**. Havana: Editorial Pueblo y Educación. 1997.

PETRINA, S. Multidisciplinary Technology Education. **International Journal of Technology and Design Education**,[S.l.], v. 8, p. 103-138, 1998.

PILOT, A. The concept of "basic scientific knowledge" through some of the reforms recently undertaken in science and technology teaching in European States. In: Poisson, M. (Ed.) **Science education for contemporary society**: problems, issues and dilemmas. China: UNESCO, 2000. p. 104-110. Disponível em: <<http://www.ibe.unesco.org/National/China/chifinal.htm>>. Acesso em: 11 nov. 2002.

PONTIN, A. et al. Interactive Chemistry to the real needs of local companies to help students develop skill in teamwork, communications, and problem solving. **Journal of Chemical Education**,[S.l.], v. 70, n.3, p. 223-226, 1993.

PORLÁN, R.; RIVERO, A.; MARTIN, R. Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: teoría, métodos e instrumentos. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v.15, n. 2, p.155-171,1997.

\_\_\_\_\_. Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: estudios empíricos e conclusiones. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v.16, n. 2, p.271-288, 1998.

PÓRLAN, R.; RIVERO, A. **El conocimiento de los profesores**: una propuesta formativa en el área de ciencias. Sevilla: Diada. 1998.

POZO, J.I.; CRESPO. **Aprender y enseñar Ciencias**. Barcelona: Morata, 1998.

PRICE, R.F.; CROSS, R.T. Conceptions of science and technology clarified: improving the teaching of science. **International Journal of Science Education**, [S.l.], v. 17, n.3, p. 285-293, 1995.

PRETTO, N. L. **A ciência nos livros didáticos**. Salvador: UFBA, 1995.

PRO BUENO, A. Planificación de unidades didácticas por los profesores: análisis de tipos de actividades de enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 17, n. 3. p. 411-429, 1999.

QUINTANILLA, M. A. Técnica y cultura. In: CEREZO, J.A.; LUJÁN, J.; PALACIOS, E.G. **Filosofia da Tecnologia**. Madrid: OEI, 2001. p.55-78.

RAMALHO, B. L.; NÚÑEZ, I. B. O proposto e o realizado na prática docente: breve estudo sobre saberes curriculares e disciplinares. Natal: EDUFRN, 1997. (Formação e Profissionalização).

\_\_\_\_\_. A formação inicial e a definição de um “modelo profissional. In: ENCONTRO DE PESQUISA EDUCACIONAL DO NORDESTE, 13., 1998a, Natal. **Anais...** Natal: [s.n.], 1998a, v.7, p. 53-69.

\_\_\_\_\_. A estrutura curricular como base da formação e profissionalização In: ENCONTRO DE PESQUISA EDUCACIONAL DO NORDESTE, 13., 1998b, Natal. **Anais...** Natal: [s.n.], 1998a, v.7, p. 71-89.

\_\_\_\_\_. Competência como fio condutor da formação profissional: o desafio possível. Natal: EDUFRN, 2002. (O sentido das competências no projeto político-pedagógico).

RAMALHO, B. L.; NUÑEZ, I. B.; MORAES, M. T. A didática na formação continuada de professores (a): um estudo centrado na reflexão da prática. In: ENCONTRO DE PESQUISA EDUCACIONAL DO NORDESTE, 14., 1999, [S.l.]. **Anais...** [S.l.: s.n.], 1999.

RAMALHO, B. L. et al. A pesquisa sobre a formação de professores nos programas de pós-graduação em Educação: o caso do ano 2000 In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 25., 2002, Caxambu. **Anais eletrônicos...** Caxambu:[s.n.], 2002. 1CD-ROM. Disponível em: <<http://www.anped.org.br>>. Acesso em: 21 dez. 2002.

RAMALHO, B. L., NUÑEZ, I. B., GAUTHIER, C. Quando o desafio é mobilizar o pensamento pedagógico do professor/a: uma experiência centrada na formação continuada In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 23., 2000, Caxambu. **Anais eletrônicos...** Caxambu:[s.n.], 2000. 1CD-ROM. Disponível em: <<http://www.anped.org.br>>. Acesso em: 21 dez. 2002.

\_\_\_\_\_. **Formar o professor. Profissionalizar o ensino: perspectivas e desafios.** Porto Alegre: Sulina. 2003.

REIS, M.F. **Educação Tecnológica: a montanha que pariu um rato?** Porto: Porto editora. 1995.

REYNOLDS, A. What is competent beginning teaching? A review of the literature. **Review of Education Research**, [S.l.], v. 62, n. 1, p. 1-35. 1992.

RODRÍGUEZ-ACEVEDO, G. D. Ciência, Tecnologia y Sociedad: uma mirada desde la educación en tecnología. **Revista Iberoamericana de Educación**, [S.l.], v. 18, p. 107-143, 1998. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/oeivirt/rie18a05.htm>>. Acesso em: 20 jan. 2003.

ROJAS, C.; GARCÍA, L.; ÁLVAREZ DÍAZ, A. **Metodología de la enseñanza de la Química II.** Havana: Editorial Pueblo y Educación. 1990.

ROSMORDUC, J. **Uma história da Física e da Química.** Rio de Janeiro: Zahar. 1988.

SARRAMONA, J. **Dimensiones epistemológicas de la tecnología (II)**, [S.l.], 1990. Disponível em: <<http://tecnologiaedu.us.es/asignatura/tema1/teteci/tsld017.htm>> Acesso em: 27 maio 2003.

SANMARTÍ, N. El diseño de unidades didácticas. In: PERALES, F. J.;CAÑAL, P. (Orgs). **Didáctica de las Ciencias Experimentales**. Barcelona: Marfil. 2000. p. 239-266.

SANTOS, C. et al. Produção de materiais instrucionais: um vídeo sobre o processo de fabricação de papel. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 23., 2000, Poços de Caldas. **Atas ...** Poços de Caldas: SBQ, 2000.

SANTOS, W.; SCHNETZLER, R. **Educação em Química: compromisso som a cidadania**. Ijuí: UNIJUÍ. 2000.

SHREVE, R. N.; BRINK, J. A. **Indústrias de Processos Químicos**. Rio de Janeiro: Mc Graw-Hill. 1980.

SHULMAN, L.S. Those who understand: knowledge growth in teaching. **Education Research**, [S.I.], v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

\_\_\_\_\_. Knowledge and teaching: foudations of a new reform. **Havard Education Review**, [S.I.], v. 57, n. 1, p. 1-22, 1987.

SILVA, M. G. L., NUÑEZ, I. B. A visão da Educação Tecnológica nos Livros Didáticos de Química para o Ensino Médio In: SEMINÁRIO DE PESQUISA DO CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E APLICADAS, 8., 2002, Natal. **Atas ...** Natal: CCSA, 2002a. 1CD-ROM.

\_\_\_\_\_. A Educação Tecnológica nos livros didáticos de Química do Ensino Médio In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 25., 2002, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: SBQ, 2002b.

SILVA, M. G. L., NUÑEZ, I. B., RAMALHO, B. L. O novo Ensino Médio e os saberes necessários aos professores de química para a Educação Tecnológica In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 11., 2002, Goiânia. **Atas...** Goiânia: UFG, 2002. 1CD-ROM.

\_\_\_\_\_. A competência do professor de química para a Educação Tecnológica de alunos no Ensino Médio no Brasil. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN

LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS. 6., 2001, Barcelona. **Anais...** Barcelona:[s.n.], 2001a. p. 47.

\_\_\_\_\_. A Educação Tecnológica nas aulas de química: um estudo preliminar de saberes dos professores. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS, 3., 2001, Atibaia. **Atas ...** Atibaia: UFRGS, 2001b. p. 105.

SIMÓ, J. P.; PRIETO, J.B. **Tecnología Química**. Havana: Editorial Pueblo y Educación. 1984.

SJØBERG, S. Scientific literacy and school science. Arguments and second thoughts. In: SJØBERG, S.; KALLERUD, E.. **Science, technology and citizenship. The public understanding of science and technology in Science Education and research policy**, Oslo: NIFU, 1997. p. 9-28. Disponível em: <<http://folk.uio.no/sveinsj/Literacy.html> >. Acesso em: 02 fev. 2003.

SOLBES, J.; GARCÍA, A. R. Propuesta de diseño curricular de física y química en la E.S.O. desde una perspectiva C/T/S. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, 4., 1993, Barcelona. **Anais...**Barcelona:[s.n.], 1993. p. 287-288.

SOLÍS; M. R. **Reflexiones epistemológicas acerca de la formación de Recursos Humanos en Tecnologías en Salud**, [S.l.], 1979. Disponível em: <<http://www.uaca.ac.cr/acta/1999may/mrodriguez.htm>>. Acesso em: 27 maio 2003.

SOLOMON, J. Science technology and society courses: tools for thinking about social issues. **International Journal of Science Education**, [S.l.], v. 10, n. 4, p. 379-387, 1988.

STERN, B. Technology Education as a component of fundamental education. **The Technology Teacher**, [S.l.], v. 50, n. 5, p. 9-12, 1991.

TARDIF, M. **Saberes docentes e Formação profissional**. Petrópolis: Vozes. 2002.

TORRES, M. G. et al. [Alcohol y salud. Ejemplo de unidad didáctica basada en un modelo de enseñanza-aprendizaje de investigación dirigida a secundaria.](#) **Revista Electronica de Enseñanza de las Ciencias**, [S.l.], 2003. Disponível em: <<http://www.saum.uvigo.es/reec/Volumenes.htm>>. Acesso em: 10 set. 2004.

TRIVELATO, S. F. O Ensino de Ciências e as preocupações com as relações CTS. **Revista Educação em Foco**. Juiz de Fora, v. 5, n. 1, p.43-54, 2000.

UNESCO. **Technology education as part of general education.**, 4. Paris: UNESCO, 1983. Science and Technology Education Document Series. Disponível em: <<http://www.ibe.unesco.org/>>. Acesso em: 24 jan. 2003.

UTGES, G. et al. Visión de profesores en ejercicio respecto de la enseñanza de tecnología: un estudio en Argentina. **Revista Ciência & Educação**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 29-45, 2001.

VARGAS, M. (Org.). **História da Técnica e da Tecnologia do Brasil**. São Paulo: Unesp. 1994.

VILCHES, A.; FURIÓ, C. **Ciencia, Tecnología, Sociedad**: implicaciones en la Educación científica para o siglo XXI. Espanha: Universitat de Valencia, 2000.

VILCHES, A.; CAAMAÑO, A. La alfabetización y la educación CTS: um elemento esencial de la cultura de nuestro tiempo. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, 6., 2001, Barcelona. **Anais...** Barcelona: UAB, 2001.

VITAL, B. **História da Química**. Lisboa: Edições 70. 1986.

WONGTSCHOWSKI; P. **Indústria Química**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

WOOLNOUGH, B.E. The place of technology in schools. **The School Science Review**, [S.l.], v. 56, n. 196, p. 443-448, 1990.

YENNE, B. **100 invenções que mudaram a História do Mundo**. Rio de Janeiro: Ediouro. 2003.

ZABALA, A. **A Prática Educativa**: como ensinar. Porto Alegre: ArtMed. 1998.

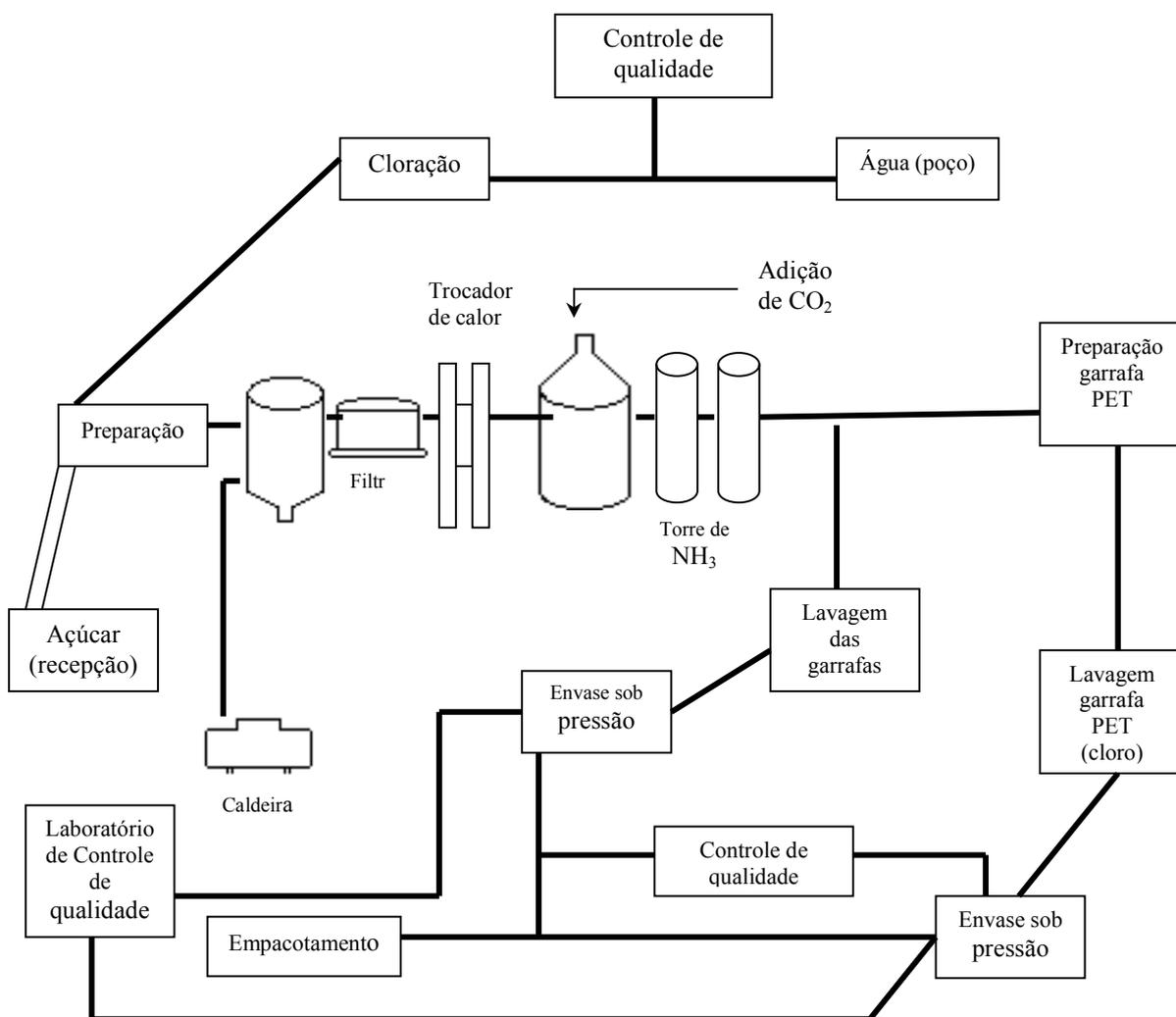
\_\_\_\_\_. **Enfoque globalizador e pensamento complexo**: uma proposta para o currículo escolar. São Paulo: ArtMed. 2002.

ZOLLER, U.; WATSON, F. Technology Education for nonscience students in the secondary school. **Science Education**, [S.l.], v. 58, n. 1, p. 105-116, 1974.

## ANEXO A RECURSOS DIDÁTICOS PARA O(A) PROFESSOR(A) E ALUNO(A)

### Texto 1: Produção industrial de refrigerantes gaseificados

A produção industrial de refrigerantes gaseificados é um segmento industrial de grande expressividade no Estado do RN. Tal produção pode ser representada pelas seguintes etapas, conforme o esquema a seguir:



Esquema 15: Produção industrial de refrigerantes gaseificados

### *Elaboração do xarope simples*

Para a preparação do xarope simples, são utilizadas duas matérias-primas: o açúcar e a água. A boa qualidade e a ausência de impurezas desses é fundamental, já que se trata de uma indústria no segmento alimentício.

O açúcar é recebido em grãos e submetido ao controle de qualidade. O fornecedor deve dar garantias do seu produto. A água, em geral, obtida a partir de um poço artesiano, passa por etapas de cloração e controle de qualidade antes de ser processada a mistura.

Durante a etapa da mistura, devem-se realizar análises de controle de qualidade do açúcar recebido e principalmente da água, procedendo-se a análise de bactérias patológicas, coliformes fecais e outros. A esse processo, segue-se, evidentemente, o seu tratamento, para a utilização em uma indústria de alimentos, bem como a definição da quantidade de açúcar na solução (análise do Brix), para evitar as correções e/ou perdas.

Estando as matérias-primas dentro dos padrões de qualidade, inicia-se sua mistura no tanque fervedor a uma temperatura de 60°C, elevando-a até 82°C, formando, assim, uma mistura homogênea conhecida como garapa.

Alguns pontos são interessantes nessa primeira etapa, como a temperatura elevada para fazer a mistura, o que pode ser justificado pelo fato de que, o aumento desta facilitará a homogeneização, porque o açúcar vem em grãos e, ao derreter, aumenta a superfície de contato, assim, aumenta a velocidade da reação.

O calor utilizado para o aumento da temperatura é proveniente de uma caldeira, que fica no módulo externo da fábrica. A mistura é realizada em um mesmo tanque; dessa forma, há uma

economia de equipamentos, aproveitamento do espaço físico, menor número de funcionários e maior controle de possíveis contaminações.

Em seguida, a mistura à temperatura de 82-85<sup>0</sup>C, aproximadamente, passa por um filtro de carvão ativo e depois por um filtro de terra infusória (terra diatomácea). Esse tratamento tem por finalidade, na primeira filtração, eliminar os odores e sabores estranhos da mistura, e, na segunda, torná-la límpida, o que significa retirar todos os resíduos que eventualmente possam estar presentes. Isso corresponde ao processo de clarificação do açúcar.

#### *Elaboração do xarope composto*

A mistura ainda quente – a uma temperatura de 82<sup>0</sup>C – passa por um trocador de calor de duplo estágio, cuja função é baixar a temperatura. Envia-se a mistura através de tubo inox para o setor em que será produzido o xarope composto e dissolvido o gás carbônico. Essa operação se encontra presente em todas as fábricas de refrigerantes, sendo realizada de forma totalmente automática, sem contato manual, para evitar contaminação.

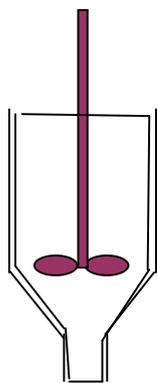


Figura 4: Tanque Misturador

O xarope simples agora com a temperatura de aproximadamente 56<sup>0</sup>C, resultado da primeira etapa, é impulsionado através de bombas para o tanque misturador. Neste, são adicionados os demais componentes do refrigerante como aditivos, essência, sais, flavorizantes, que originarão o xarope composto.

A adição sucessiva dos componentes irá caracterizar o tipo de refrigerante a ser fabricado. No caso de refrigerantes diet, o açúcar do xarope simples é substituído por uma substância chamada *edulcorante*.

Durante todo o processo de adição, são tomados todos os cuidados de higiene. Além disso, mantém-se o xarope sob agitação, para garantir uma perfeita homogeneização dos componentes e, para garantir a correta proporção desses componentes, utilizam-se kits previamente pesados para uma determinada quantidade de xarope, assegurando que os refrigerantes terão sempre a mesma composição e sabor.

A mistura deve ser resfriada ainda mais para facilitar a adição de gás carbônico. Esse processo é realizado por meio de uma torre com gás refrigerante, que, em geral, é o gás amônia. A água que resfriará o refrigerante passa por uma tubulação, cujo objetivo é baixar a temperatura para 26°C, para que assim seja realizada a carbonatação (adição do gás carbônico) e encaminhada para o envase (engarrafamento do refrigerante).

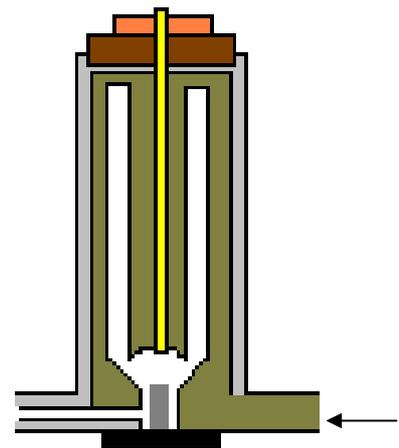


Figura 5: Torre de resfriamento contendo amônia

A redução da temperatura consiste em um princípio químico que pode ser assim sintetizado: ao diminuir a temperatura, ocorrerá o favorecimento da dissolução de gases. No caso da indústria de refrigerantes, um dos componentes é o gás carbônico, que é dissolvido na mistura ou xarope composto, etapa chamada de carbonatação. A solubilidade do gás carbônico em água a

20°C é de, aproximadamente, 0,9 L de CO<sub>2(g)</sub>/L de H<sub>2</sub>O. A redução da temperatura justifica-se pelo fato de que quanto mais baixa ela estiver melhor será a dissolução de CO<sub>2</sub>, o que resulta na melhora do envase do refrigerante e diminui o desperdício de CO<sub>2</sub>. Outro aspecto de extrema importância é que o gás carbônico utilizado deve ter alto grau de pureza, uma vez que será ingerido pelas pessoas.

Os princípios químicos e tecnológicos abordados nessa etapa são a continuidade do processo, a superfície de contato, as temperaturas ótimas e o controle de qualidade. Os conteúdos químicos envolvidos são a termoquímica, cinética química, equilíbrio químico, misturas e substâncias puras. Na primeira etapa, são necessários empregados para o descarregamento do açúcar no tanque misturador, um químico e/ou técnico para acompanhar o processo com as análises de água, Brix e temperatura; o restante é otimizado continuamente.

O aproveitamento da energia em uma indústria também é um aspecto de extrema importância. Observa-se esse princípio quando a água resfriada é reutilizada durante o envase para evitar o desperdício de gás carbônico no processo, além de, ao mesmo tempo, ser utilizada para lavar as garrafas. Dessa forma, a água resultante da primeira etapa, proveniente da caldeira é reaproveitada para a lavagem das garrafas antes do envase.

### *Engarrafamento e carbonatação*

Durante a elaboração do refrigerante, o xarope composto é enviado, através de tubulações de aço inox, até a linha de engarrafamento, é adicionado o gás carbônico em proporções adequadas a cada tipo de refrigerante.

Esse processo é feito através do proporcionador e do carbonatador (equipamentos), garantindo uma mistura ideal de gás carbônico, xarope e água. Durante essa etapa, a temperatura deve ser mantida em aproximadamente 26<sup>0</sup>C – resfriada pela água proveniente da torre de amônia.

Após esse processo, o refrigerante é enviado para a engarrafadora, onde as garrafas entram vazias e são cheias automaticamente através da abertura de válvulas especiais que liberam o líquido. Após o enchimento, a garrafa é imediatamente arrolhada e codificada com data de validade, hora e linha de envasamento (datador). Nessa etapa, são inspecionados a lacração e o nível de enchimento das garrafas. Seguem, então, por esteiras rolantes até serem encaixotadas, acondicionadas em pallets (paletização) e colocadas nos caminhões dos distribuidores. Durante todo o processo de enchimento, o laboratório coleta e analisa provas para garantir que o refrigerante está conforme as especificações. Com isso, é possível garantir um refrigerante com qualidade e sabor agradável e em condições de satisfazer as exigências do consumidor.

#### *Lavagem e preparação das garrafas para o engarrafamento (envase)*

As linhas de produção variam conforme o tipo de vasilhame utilizado (garrafa). Existem dois tipos de garrafas, de vidro e descartável, que é composta de poli(tereftalato de etileno) PET.

No caso das garrafas retornáveis, ao receber os vasilhames, a fábrica faz uma cuidadosa inspeção para que sejam retirados aqueles que estejam fora das especificações para uso, ou seja, garrafas trincadas, bicadas, lascadas, lixadas, quebradas, sujas ou com material de difícil remoção, como tintas ou cimento.

Somente após essa seleção, as garrafas são colocadas na esteira de entrada para as lavadoras, onde passam por um tanque de pré-lavagem com água. Conforme foi esclarecido anteriormente, as garrafas são imersas em tanques com soda cáustica quente para retirada de impurezas e esterilização e, em seguida, passam pelo enxágüe final em um tanque com esguichos de água limpa e o produto espumante. Após a lavagem, então, uma nova inspeção e seleção são feitas quando as garrafas saem da lavadora em direção ao engarrafamento.

Na máquina lavadora, é realizada uma limpeza das garrafas retornáveis, sendo acoplada em série para o envase, assim é mantida a continuidade do processo, diminuindo o número de empregados. Para a lavagem dessas garrafas, são necessários, e geral, 3 tanques para cada etapa. Na primeira, as garrafas são lavadas somente com água, uma espécie de pré-lavagem; na segunda, utiliza-se uma solução de soda cáustica (hidróxido de sódio), ocorrendo uma reação química. Para esse processo, faz-se necessária uma temperatura de 70<sup>0</sup>C para que toda a matéria orgânica residual nas garrafas – que é insolúvel em água – reaja com a solução de hidróxido de sódio, ocorrendo uma reação de saponificação. O produto dessa reação é solúvel em água, o que facilita a retirada da matéria orgânica. Na terceira lavagem, adiciona-se um produto espumante, para reter a solução de soda cáustica residual, já que esse produto é prejudicial à saúde humana.

No caso das garrafas do tipo PET, pode-se tanto ter uma máquina manual de expansão como uma automática. As etapas são inicialmente o aquecimento de aproximadamente 100<sup>0</sup>C e depois aplicar uma pressão de 40 kBar. Após a expansão, é feita uma lavagem com uma solução de cloro a 3 ppm.

### **Roteiro 1: Verificando a quantidade de gás carbônico existente em refrigerantes<sup>54</sup>**

#### a) Introdução ao tema:

O gás que borbulha nas bebidas refrigerantes é o dióxido de carbono, comumente conhecido como gás carbônico. Esse se encontra dissolvido nessas bebidas sob pressão em meio aquoso. É imprescindível que o gás carbônico utilizado para esse fim seja de alta pureza, uma vez que, são refrigerantes não-alcoólicos e consumidos tanto por adultos como por crianças.

Essa atividade experimental tem como objetivo medir a quantidade de gás carbônico presente em diferentes refrigerantes.

#### b) Material

- erlenmeyer de 500 mL;
- lamparina;
- proveta de 100 mL;
- mangueira de borracha flexível;
- béquer de 500 mL;
- rolha ou massa de modelar;
- água;
- 100 mL de refrigerante;
- suporte e garra.

#### c) Procedimento

Sob orientação do professor ou professora o aluno/a deverá seguir os seguintes passos para montar a aparelhagem (Figura 20):

---

<sup>54</sup> Atividade extraída e modificada de Fonseca, Sá e Lima (2002, p. 14)

- encher o béquer de 500 mL e a proveta de 100 mL com água e depois colocar a proveta virada para baixo dentro do béquer com cuidado para não entrar ar na mesma;
- colocar uma ponta da borracha flexível no furo da rolha e a outra extremidade dentro da proveta que está emborcada no béquer com água;
- colocar 100 mL de refrigerante no erlenmeyer e tampá-o com a rolha conectada a borracha flexível. Pode ser utilizada a massa de modelar para vedar completamente essa junção;
- aquecer o erlenmeyer com a lamparina e observar o que acontece na proveta.

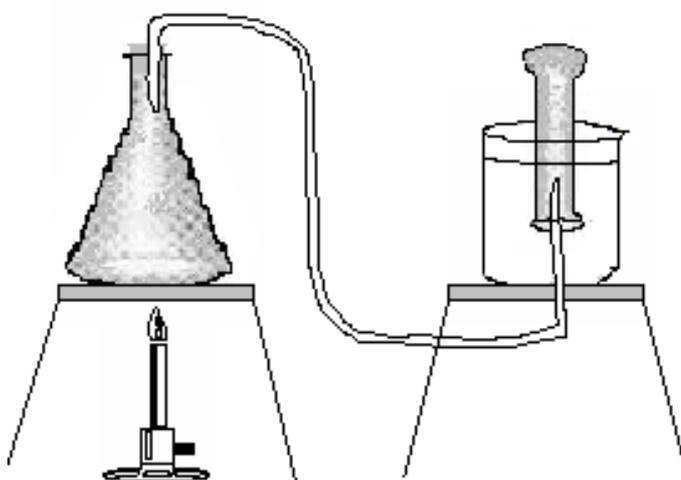


Figura 6: Aparelhagem para medir o volume de gás carbônico no refrigerante

- Repetir a experiência com outras marcas de refrigerantes, tempo que ficou aberto verificando o volume obtido e anotar esses dados na tabela a seguir:

Tabela 5: Resultados da atividade experimental sobre refrigerantes

Refrigerante (marca)	Tempo que o refrigerante ficou aberto (minutos)	Volume obtido de gás carbônico (mL)
Refrigerante x		
Refrigerante y		

- Comparar os resultados das distintas atividades e as quantidades de gás carbônico existente em cada 100 mL das amostras de refrigerantes utilizados na experiência.
- Responder as seguintes questões:
  - O que foi observado ao aquecer o erlenmeyer com a lamparina?
  - O que aconteceu com a água que estava na proveta?
  - Proponha uma explicação para a diminuição do volume de água da proveta.

**Texto 2: Da caldeira à máquina a vapor<sup>55</sup>**

Uma caldeira a vapor não é mais do que um sistema que transforma a água de estado líquido para o estado gasoso sendo aproveitada para fazer movimentar um motor, ou outro dispositivo de acordo com o fim a que se destina.

Basicamente a caldeira é constituída de um gerador principal de folha de ferro ou cobre vermelho, é um longo cilindro arredondado em suas extremidades. Abaixo dele e comunicando-se com ele, outros dois cilindros de mesmo comprimento e menor diâmetro, chamados ebulidores. Os ebulidores são diretamente mergulhados no foco de calor. O vapor ali formado se condensa na água do gerador principal, aquecendo-a rapidamente. A superfície de aquecimento cresce, produzindo grande quantidade de vapor, sendo assim utilizado para movimentar algum motor ou outro.

O conceito de máquina a vapor foi investigado pela primeira vez por Heron de Alexandria (primeiro século), que observou que a expansão do vapor d'água poderia ser aproveitada para fornecer energia para mover ou girar um objeto. Ele construiu uma máquina chamada eolípila, que era uma esfera com dois tubos que girava em volta de um eixo estreito ligado a uma caldeira. Tecnicamente, a eolípila de Heron era uma verdadeira máquina a vapor, mas ninguém conseguia vislumbrar uma aplicação para ela, e a idéia foi abandonada por mais de mil anos.

O marquês de Worcester (1601-1667) em 1640; Denis Papin (1647-1712) em 1687 e Thomas Savery (1650-1715) em 1698, construíram uma estrutura simples que usava a expansão do vapor d' água para fornecer energia. Entretanto, assim como a máquina de Heron séculos

---

<sup>55</sup> Texto extraído de Yenne (2003).

antes, suas máquinas também eram muito lentas e tinham desempenhos não uniformes. Não passavam de meras curiosidades.

A primeira máquina a vapor – que podia mover não somente a si mesma, mas também outra máquina – foi fruto da imaginação de James E. Watt (1736 – 1819). Watt, um engenheiro escocês, estudou as máquinas antigas e fez inúmeras modificações, entre as quais colocar material isolante na caldeira para impedir a perda de calor e converter o empuxo linear do pistão a vapor em movimento circular de um eixo de direção.

Sua primeira máquina a vapor, finalizada em 1769, era muito mais eficiente que qualquer outra anterior, mas foi somente em 1774 que Watt pôde considerar que sua invenção era um verdadeiro sucesso. Foi rapidamente colocada em uso nas fábricas, fornecendo energia para teares e máquinas de fiação.

Aplicações em larga escala da máquina a vapor, em locomotivas e barcos, por exemplo, somente apareceriam no século seguinte. Eram produtos da Revolução Industrial, considerada um dos poucos eventos que realmente modificaram o curso da história humana. A Revolução Industrial foi o amálgama de concepções sobre máquinas e sua potencialidade de expandir a força física do homem; fosse para produzir mercadorias ou para mover com rapidez na superfície da Terra. Havia um fluxo de idéias e invenções no início da Revolução Industrial, mas poucas teriam sido possíveis sem o motor que fornecia energia às outras máquinas: a máquina a vapor.

## Roteiro 2: Aluno(a) - Observação da produção de refrigerantes gaseificados

<b>Com relação à produção industrial:</b>	
1.1. Observação da elaboração do xarope simples	a) Porque aumentar a temperatura no momento da mistura? b) Porque usar o mesmo tanque para realizar a mistura e a fervura? c) Que cuidados deve-se tomar nesta etapa, considerando que é uma indústria de alimentos? d) Quais as matérias-primas empregadas nesta etapa? e) Existe alguma etapa anterior a esta? Se afirmativo, identifique-a. f) Porque reduzir a temperatura nos trocadores de calor? g) De onde procede a energia para aumentar a temperatura no tanque misturador-fervedor? h) Que princípios químicos podem ser abordados nesta etapa?
1.2. Observação da preparação do xarope composto	a) Existe alguma forma de aproveitar a energia durante o processo?
1.3. Observação da lavagem e preparação das garrafas para o envaze.	a) Que tratamento é dado para a água residual proveniente da lavagem das garrafas de vidro? b) Que objetivo se deseja com a lavagem das garrafas? c) Que produtos químicos são utilizados na lavagem das garrafas?
1.4. Observação do engarrafamento e carbonatação	a) A que temperatura é realizada é adicionado o dióxido de carbono no refrigerante? b) Por que a temperatura é diminuída? c) Que princípios químicos podem ser observados nesta etapa do processo?

## Roteiro 3: Aluno(a) - Entrevista com funcionário da indústria de refrigerantes

<b>Com relação ao funcionamento da fábrica – entrevista com um funcionário</b>
a) Número de trabalhadores. b) Número de turnos. c) Os trabalhadores residem próximo da fábrica? d) Existem critérios para a segurança do trabalho? Há quanto tempo não existem acidentes? e) Onde são colocados os rejeitos da produção? f) Quais as profissões que você identificou na indústria?

## Mapa do Rio Grande do Norte<sup>\*</sup>



Figura 7: Mapa do Estado do Rio Grande do Norte

<sup>\*</sup> Por se tratar de um exemplo de atividade foi adotado este mapa, entretanto para ser trabalhado na sala de aula não está adequado, é necessário um mapa mais detalhado das estradas e rodovias.

**Texto 3: A indústria da coca-cola\***

O [Sistema Coca-Cola no Brasil](#) é integrado pela Divisão Brasil da The Coca-Cola Company - que abrange a Coca-Cola Indústrias Ltda. e a Recofarma Indústrias do Amazonas Ltda. - e por 39 fábricas engarrafadoras, operadas por 16 grupos empresariais independentes, que atuam em regime de franquia. Essa estrutura absorve cerca de 25 mil pessoas, além de gerar cerca de 250 mil empregos indiretos.

As empresas franqueadas têm um contrato de fabricação no qual se comprometem a produzir, engarrafar e distribuir todos os produtos dentro do rigoroso padrão de qualidade. As fábricas engarrafadoras estão localizadas em distintos pontos do país.

Presente em mais de 200 países, a Coca-Cola iniciou suas operações no Brasil em 1942. No Brasil, dispõe da maior frota privada de veículos para abastecer cerca de um milhão de pontos de compra espalhados por todo o território nacional. A sede da empresa está na cidade do Rio de Janeiro, e coordena o grupo de franquias e as estratégias nacionais e macro regionais de marketing, atuando como consultora exclusiva do Sistema Coca-Cola no Brasil.

A Recofarma Indústrias do Amazonas Ltda., localizada na Zona Franca de Manaus, produz e distribui concentrados e bases de bebidas para a fabricação de todos os [seus produtos](#).

O sistema Coca-Cola no Brasil tem indústrias e escritórios em quase todo o território nacional, conforme a tabela 6 a seguir:

---

\* Texto disponível no site: <<http://www.coca-colabrasil.com.br>>.

Tabela 6: Indústrias de produção de refrigerantes da marca Coca-Cola no Brasil

Região	Endereço
Centro-Oeste	SHIS QL 14, Conjunto 8, Casa 19 - Brasília – DF (escritório)
	Rodovia Dep. Resende Monteiro km. 9,5 - Setor Barcelos - Trindade – GO (indústria)
	CSG 06 Lotes ½ - Taguatinga Sul – DF (indústria)
	Rodovia Mário Andreaza, s/n – Guarita - Várzea Grande – MT (indústria)
Norte	Av. Buriti, 190 - Distrito Industrial - Manaus – AM (indústria)
	Av. Joaquim Nabuco, 1012 - Núcleo de Apoio Administrativo (N.A.A.) - Manaus – AM (indústria)
Nordeste	Av. Santos Dumont, 1789 - 12o. andar - Aldeota - Fortaleza – CE (escritório)
	Distrito Industrial Petrolina, Lote 10/13, Quadra H - Petrolina – PE (indústria)
	BR-101, Km 15,5 – Prazeres - Recife – PE (indústria)
	BR 135- Km 20,5 Lote 2 Quadra C - São Luis – MA (indústria)
	Av. Santos Dumont, 1789 - Ed. Potenza – Aldeota - Fortaleza – CE (indústria)
	Rua E, 336 - Distrito Industrial- Aracaju – SE (indústria)
	Distrito Ind. Gov. Luis Cavalcanti, 12 - Quadra B - Tabuleiro dos Martins - Maceió – AL (indústria)
Sudeste	Praia de Botafogo, 374 - Botafogo – RJ (indústria)
	Av. Dr. Cardoso de Melo, 1450/ 3o. andar - Edifício Olympic Tower Vila Olímpia – SP (escritório)
	Av. Eng. Alberto de Zagottis, 352 – Jurubatuba – SP (indústria)
	Rodovia Raposo Tavares, Km 104 – Sorocaba – SP (indústria)
	Rua Terezinha Segadaes, 45 - Tibery - Uberlândia – MG (indústria)
	Anel Rodoviário BR-262 km.2, número 2233 - Engenho Nogueira (indústria)
	Av. D. Pedro I, 2270 - Ipiranga - Ribeirão Preto – SP (indústria)
	Rua André Rocha, 2299 - Taquara - Rio de Janeiro – RJ (indústria)
	Rua Henrique Burnier, 575 - Juiz de Fora – MG (indústria)
	Avenida D. Pedro II, 87 - Porto Real – RJ (indústria)
Sul	Av. Dom Pedro II, 1351 - cj.301 - Higienópolis - Porto Alegre – RS (escritório)
	BR-277 km. 81,5 – Uberaba - Curitiba – PR (indústria)
	Av. Assis Brasil, 11.200 – Sarandi - Porto Alegre – RS (indústria)
	BR-287, Km 250 - Distrito Industrial - Santa Maria – RS (indústria)

Alguns indicadores operacionais e econômicos da empresa:

- a) O sistema da Coca-Cola do Brasil corresponde a terceira maior operação da empresa em todo o mundo, sendo superada apenas pelos EUA e pelo México.
- b) É líder no mercado brasileiro de refrigerantes, com uma participação de 50%. Sua produção total em 2002 foi de 6 bilhões de litros – equivalente a um consumo anual per capita de 34,2 litros de produtos entre refrigerantes, águas, sucos e energéticos. Obteve em 2002 um crescimento de 2,6% em relação a 2001.
- c) A empresa contribuiu em 2002 com R\$ 1,9 bilhão em impostos federais, estaduais e municipais.
- d) O sistema Coca-Cola possui 16 grupos, 39 fábricas, 25.000 empregos diretos, um milhão de pontos de venda no Brasil e mais de 238.110 equipamentos, uma frota de 7 mil veículos no Brasil.
- e) A divisão de indústrias no Brasil emprega cerca de 450 pessoas.
- f) Mantém convênios com o Governo Federal para comprar e transportar toda a produção de cana-de-açúcar (até 600 toneladas) de pequenos agricultores locais.
- g) Em parceria com o Governo do Amazonas, a Companhia estimula pequenos produtores de açúcar mascavo em 29 municípios. A Coca-Cola garante a compra e o transporte de toda a produção até Manaus, onde o açúcar é utilizado no preparo do concentrado.

**Texto 4: Escassez de água**

Nessa atividade o professor ou professora poderá fazer uma apresentação do tema escassez da água para despertar o interesse dos alunos e alunas para o estudo. Uma sugestão seria o que se apresenta a seguir:

A possibilidade concreta da escassez de água doce começa a tornar-se, cada vez mais, a grande ameaça ao desenvolvimento econômico e à estabilidade política do mundo nas próximas décadas. As disputas pelo uso da água poderão, inclusive, desencadear conflitos e guerras em escala imprevisível.

Uma proposta aceitável é o conhecimento do ciclo hidrológico, do uso doméstico e industrial de modo a permitir uma correta avaliação da disponibilidade dos recursos hídricos de uma determinada região.

Nos últimos cem anos a população do planeta aumentou e conseqüentemente o consumo de água também. Em meados do século XX, os primeiros sinais de alerta indicaram que aquela mentalidade teria que mudar.

Hoje, sabe-se que o uso irresponsável da água pode afetar o bem-estar de todo o planeta. Há um ditado da velha sabedoria popular que diz - quem poupa quando tem, tem quando precisa; ou sabendo usar, não vai faltar – tal comentário valeria também para os recursos hídricos.

Solicitar aos alunos e as alunas que opinem sobre o que acharam desse pequeno texto. A turma será dividida em pequenos grupos para responder a um questionário para conhecer suas idéias sobre as implicações da Tecnologia com a Sociedade e o Ambiente (Ficha de acompanhamento 1) apresentado a seguir.

**Ficha de acompanhamento 1 – Instrumento do Professor(a): Questionário sobre as implicações da Tecnologia com a Sociedade e o Ambiente**

Caro aluno(a), esse questionário será muito útil para desenvolver as nossas próximas atividades que se referem as implicações da Tecnologia com a Sociedade e o Ambiente. Sua participação será muito útil.

- Qual a sua opinião sobre a relação da indústria química com o ambiente?
- Que medidas você acredita que o governo deve adotar para proteger o ambiente?
- Que comportamentos das pessoas e das indústrias você acha que prejudicam o ambiente?  
Cite alguns exemplos.
- No caso de um desastre provocado por uma indústria, que tipo de conduta as pessoas e as entidades governamentais deveriam tomar?

**Ficha de acompanhamento 2 – Instrumento do Professor(a): Questionário sobre os usos da água e sua contaminação**

**Responda ao questionário sobre os usos da água e contaminações.**

Grupo:

Nomes:

- a) Qual a importância da água para o ser humano?
- b) Como pode ser obtida a água que usamos em nossos lares para preparar alimentos, beber, irrigar as plantas etc.?
- c) Cite alguns tipos de contaminação da água você acha que podem existir.
- d) É possível resolver o problema dos tipos de contaminação que você citou na questão anterior? Como?
- e) Os exemplos por você citado na questão anterior envolvem questões políticas, éticas, de responsabilidade?
- f) Quem deve decidir sobre estas questões de contaminação da água?

**Texto 5: Notícia de contaminação da água pela indústria de refrigerantes**

Um jornal local apresenta na primeira página a complexa polêmica que vive o vilarejo de Pintaroxo sobre a contaminação da água de uma lagoa que fica dentro da propriedade de uma fábrica de refrigerantes. Essa empresa foi intimada pelo órgão responsável da proteção ambiental a apresentar um laudo técnico sobre os produtos que provocam o cheiro desagradável e os possíveis danos ambientais. A empresa, meses atrás, entrou com solicitação junto à prefeitura para inaugurar nova filial, o que foi autorizado. Essa notícia provocou impacto na comunidade local, pois foram alguns moradores que acionaram o órgão de proteção ambiental. Uniu-se nessa luta um grupo de ecologistas e, contrários a eles, apoiando a empresa, encontravam-se o sindicato dos trabalhadores e a própria prefeitura que aumentaria a arrecadação de impostos com a fábrica. Vejamos a notícia no jornal local.

# Jornal Local

Pintaroxo, 23 de julho de 2002

## O que podemos fazer para proteger as águas subterrâneas?

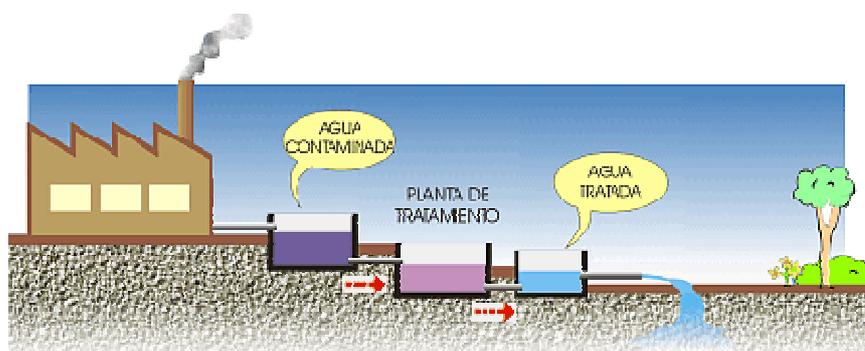
Por Júlio Ferne

Moradores do bairro de Areia Clara reclamam de odores desagradáveis nos arredores da Fábrica de Refrigerantes Bom Gosto. Segundo os moradores, o cheiro aumenta demasiadamente no horário de meio dia, quando as famílias retornam a casa para o almoço, sendo impossível suportar. As casas ficam com as janelas fechadas e muitas crianças apresentam dificuldades de se alimentar devido a náuseas provocadas pelo mau cheiro.

O cheiro, segundo os moradores, vem da lagoa que se localiza atrás da fábrica. Como afirma Mercedes (35 anos), *“o cheiro é insuportável, eles devem jogar tudo o que não presta..., eu é que não vou tomar este refrigerante”*. A organização comunitária do bairro informou que acionou o INAMA, Instituto Nacional de Meio Ambiente. A equipe de reportagem tentou entrar em contato com o diretor da indústria, mas informaram que ele se encontra viajando. O diretor do INAMA, Rodolfo Presta, nos disse que o rejeito das águas industriais constitui uma preocupação nacional. O problema do tratamento é que exige rigorosos estudos técnicos e econômicos, para determinar a forma menos dispendiosa. Mas acredita ser possível reverter ou ainda minimizar a situação, realizando o tratamento adequado.

Algumas práticas gerais são adotadas em muitos processos. Uma delas é o armazenamento dos rejeitos em lagos ou valas, o que diminui o custo da neutralização, no caso

dessa indústria, já que o rejeito é básico. O inconveniente é que pode haver infiltração pelos lagos, contaminando o lençol freático.



O prefeito da cidade pondera: *“Os resíduos podem ser tratados antes de serem despejados no terreno. Os tratamentos fazem com que os poluentes se transformem em substâncias neutras ou menos perigosas. É importante não esquecer que empresas de grande porte como esta aumentam a arrecadação de impostos que são convertidos para a população em recursos para melhorar as escolas e aumentar o número de médicos de família”*.

Mas a polêmica vai longe porque os ecologistas entraram na briga. O presidente do grupo de ecologista “Água Sempre Limpa”, Jorge Furtado, ressalta com veemência: *“Há muitos grupos de interesse, como pode o prefeito falar em saúde se a 1 km da lagoa poluída existe uma fonte de água mineral que abastece toda a população? Só se ele quer ter mais verba para cuidar do número cada vez maior de doentes que teremos depois de beberem a água contaminada”*.

O governador, que é muito popular, decidiu eleger uma equipe de técnicos e políticos para averiguar o que estava ocorrendo no pequeno vilarejo e organizar um plebiscito para orientar a decisão a ser tomada. O chefe da equipe, o Sr. Aristides Fogo, afirma: *“É muito importante que*

*as indústrias conheçam os líquidos que produzem como resíduos e lhes dêem tratamento adequado. É função do Estado controlar as atividades poluidoras e manter a saúde da população. Tudo faremos para ouvir os diversos grupos e, em consenso, buscaremos junto à comunidade, por meio de um plebiscito, a melhor solução”.*

Por mais estranho que isto pareça, o sindicato dos trabalhadores locais, que sempre é oposição ao prefeito, desta vez está a seu lado, defendendo a não cassação da licença de funcionamento, mas sim, pela manutenção da fábrica. O representante do partido ressalta que “*a indústria gera emprego a 1.500 moradores da localidade. O que farão estes pais e mães de família sem trabalho?*”.

Parece, caros amigos de Pintaroxo, que a polêmica do que fazer com as águas subterrâneas de nosso vilarejo está só começando...

#### **Roteiro 4: Identificar problemas na notícia de contaminação da água**

##### **a) Notícia fictícia:**

Os rejeitos da produção, contendo produtos químicos e matéria orgânica, são lançados em um tanque, o que vem provocando um cheiro desagradável. A comunidade vizinha à fábrica está dividida, porque, apesar desse cheiro desagradável, a indústria dá emprego somente aos moradores das proximidades. Outro grupo já não suporta o cheiro e acionou o INAMA (Instituto Nacional de Meio Ambiente) que iniciou um inquérito judicial dando o prazo de um mês para solucionar o problema; caso contrário, a indústria será fechada.

A notícia se espalhou pela imprensa e logo o prefeito do município interveio, dizendo que a indústria contribuía com a arrecadação de impostos, e sem essa contribuição os cofres públicos ficariam deficitários. O sindicato dos trabalhadores locais também foi contra o fechamento da indústria, já que muitas famílias sobrevivem com o salário advindo desse emprego. Em oposição a esses grupos, engajam-se os ecologistas, afirmando que se trata de um crime ambiental gravíssimo, a contaminação dos lençóis freáticos que abastecem o município, alertando para o fato de que, nas proximidades, existe uma fonte de água mineral, que é comercializada para toda a região.

O governo federal instaurou, então, uma comissão para averiguar todas essas informações e organizar um plebiscito para que a comunidade possa decidir sobre a questão.

**Roteiro 5: O papel de cada grupo de alunos e alunas envolvidos na situação fictícia**

Após a leitura do artigo, será simulado um debate em que se colocarão pontos a favor e contra ao fechamento da indústria de refrigerantes da cidade de Pintaroxo. A turma será dividida em 5 grupos com, no máximo, 5 alunos. Os grupos que representam os atores envolvidos realizarão um levantamento bibliográfico, organizarão os argumentos defendidos pelos atores que representam e levantarão os possíveis contra-argumentos dos grupos de oposição. Depois, em outra sessão, um representante de cada grupo apresentará seus argumentos sobre a questão, somente depois que é aberta plenária para os questionamentos.

*a) Sindicato dos trabalhadores do município (STM):* constituído por um grupo de trabalhadores locais de oposição ao governo, mas que estão preocupados com o aumento do desemprego. O sindicato é contra o fechamento da indústria.

*b) Grupo de ecologistas “Água sempre limpa”:* o grupo de ecologistas da região é a favor do fechamento da indústria, alertando para os danos para a saúde pública, já que existe uma fonte de água mineral que a população utiliza para o consumo.

*c) Comissão do INAMA:* comissão de especialistas que está indiciando a indústria por causar danos à saúde pública e ao meio ambiente. O órgão foi acionado por uma denúncia anônima de moradores da proximidade da indústria. Tem o poder de fechar a indústria se encontrarem argumentos favoráveis.

*d) Comissão de técnicos e políticos:* grupo de especialistas e políticos do governo com a missão de promover a democracia e a justiça. Grupo ponderador que irá levantar todos os argumentos dos atores envolvidos e assim promover um plebiscito para o fechamento ou não da indústria junto com a comunidade local.

*e) Comissão da indústria de refrigerantes:* a indústria constitui uma equipe formada por advogados, químicos, biólogos e outros especialistas para levantar argumentos que impeçam o fechamento da indústria.

## **Roteiro 6: Orientações para o trabalho em equipe**

### *a) Organização do trabalho em equipe*

- Constitui indispensável a presença e colaboração de todos os membros nas tarefas da equipe.
- Estabelecer junto com o professor um plano de trabalho na equipe apresentando as responsabilidades individuais, a ordem dos materiais trabalhados e a presença dos membros da equipe em todas as reuniões da equipe.

### *b) Divisão das tarefas*

- Definição dos aspectos necessários para a preparação da apresentação (estrutura, redação, referências, etc.)
- Estabelecer junto com o professor as responsabilidades individuais nas tarefas de preparação do informativo para a apresentação, de modo a garantir o equilíbrio entre os membros da equipe.
- Estabelecer junto com o professor o calendário para a realização de todas as tarefas e entrega do informativo para a apresentação.

## **Roteiro 7: Orientação para a apresentação das propostas**

### *a) Preparação do informativo para a apresentação*

Estabelecer uma estrutura para o informativo com título. Deverá conter na apresentação o contexto e objetivos do trabalho, sobre os atores sociais incluindo a postura que defendem e informações de argumentos contra e a favor da mesma, identificar o papel dos demais atores na controvérsia incluindo os comentários favoráveis ou críticos sobre seus argumentos. Na conclusão incluir o resumo final dos aspectos principais do trabalho a avaliação sobre a posição defendida. Incluir as referências utilizadas.

### *b) Orientações para apresentação*

Algumas orientações para a apresentação são fornecidas com relação à organização da apresentação, à forma de expressão (língua), à seleção das informações e argumentos e os recursos que apoiarão a apresentação. Sem dúvida que serve como sinalizador para alguns cuidados, o que não impede a criatividade dos alunos, portanto a princípio os alunos deverão ficar atentos para:

### *c) Organização da apresentação (Como a equipe se organiza para trabalhar?)*

- Estabelecer os conteúdos que serão expostos e a ordem de cada um deles.
- Dividir as intervenções, apresentações ou falas entre os membros da equipe, estabelecendo a sua ordem.
- Decidir sobre como será apresentado o trabalho desde o começo na exposição e as conclusões, comentando as fontes de informação utilizadas e o próprio desenvolvimento do trabalho.

*d) Forma da apresentação (Como apresentar?)*

- Utilizar uma forma de expressão que permita aos demais alunos (público) ter interesse na exposição.
- Ter clareza para transmitir as informações, evitando ler os conteúdos da apresentação exceto nos casos que se deseja expor algum dado ou citação literal de alguma informação concreta.

*e) Seleção das informações e argumentos (O que apresentar?)*

- Durante a apresentação e especialmente no momento da conclusão deverão ser claras as informações e os argumentos com que a equipe justifica sua proposta sobre as decisões que pretendem tomar com relação ao problema proposto.
- A clareza da exposição não deve ser incompatível com a profundidade da análise e o rigor conceitual dos argumentos que permitam uma defesa convincente das próprias posições.

*f) Matérias e recursos audiovisuais (Que recursos utilizar para apresentar?)*

- Decidir sobre os recursos que apoiarão a exposição, que deverão servir para que se façam mais claras e acessíveis todas as informações, argumentos ou opiniões que pretendem transmitir.
- Prever e preparar antecipadamente a apresentação evitando contratemplos.

Uma pequena ficha deverá ser preenchida e entregue ao professor servindo de mais um elemento para acompanhar o trabalho da equipe anotar a opinião defendida por cada grupo, os principais motivos pelos quais defendemos nossa postura e as razões em que argumentamos a defesa de nossa postura são:

**Roteiro 8: Orientações para o debate das propostas**

Cada equipe terá 20 minutos de apresentação, para expor suas idéias e argumentos, depois será aberto ao debate geral com os demais alunos por mais 20 minutos. Durante a apresentação, as equipes observarão e preencherão uma ficha para orientar o debate:

Grupo que a equipe representa:

Opinião defendida pela equipe:

Que argumentos apresentados são contrários a nossa postura:

Que contra-argumentos daremos em oposição às idéias defendidas pela equipe que se apresenta:

## ANEXO B INSTRUMENTOS

### Etapa 1: Questionário 1 – Q<sub>1</sub> (Fase de familiarização)

Caro colega,

O presente questionário trata de um levantamento que permeia a discussão sobre a educação científica e tecnológica. A sua contribuição é de extrema importância para o esclarecimento de diversos pontos. Participe, contribua com a sua opinião nesta pesquisa.

1. Estudante: Sim \_\_\_\_\_ Não \_\_\_\_\_ Idade \_\_\_\_\_
2. Formado: Sim \_\_\_\_\_ Não \_\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_\_
- 2.1. Formação profissional \_\_\_\_\_ Ano de formação: \_\_\_\_\_
- 2.2. Curso que estuda \_\_\_\_\_ Período atual \_\_\_\_\_
3. Anos de experiência em sala de aula como professor de química : \_\_\_\_\_
4. Tempo de trabalho numa escola: Sim\_\_ nº de horas/semana: \_\_\_\_\_ Não: \_\_\_\_\_
5. Desenvolve outras atividades profissionais fora do trabalho como professor de química?  
 Sim \_\_\_ Não \_\_\_ Quais \_\_\_\_\_

### COMPLETAR OU RESPONDER AS SEGUINTEs QUESTÕES, ARGUMENTANDO EM CADA CASO:

1. Os cientistas e engenheiros são os que devem decidir sobre a problemática da transposição do Rio São Francisco ? SIM \_\_\_\_\_ NÃO \_\_\_\_\_ Explicação
2. Os cientistas e engenheiros brasileiros devem ser responsáveis pelos danos que produzem suas descobertas ? SIM \_\_\_\_\_ NÃO \_\_\_\_\_ Explicação:

3. No Brasil, é necessário aumentar nos currículos o número de horas dedicadas a estudar as questões das ciências e das tecnologias ?
4. Na sua opinião a tecnologia é fundamentalmente....
5. A honestidade, tolerância, etc, nos cientistas e tecnólogos é maior que nas demais pessoas ?
6. As pesquisas científicas e tecnológicas devem ser totalmente livres de restrições ?
7. É melhor investir nas pesquisas tecnológicas que nas pesquisas científicas ?
8. Por que você acha, que às vezes, os cientistas não estão de acordo sobre um dado assunto ?
9. A indústria brasileira parece não confiar nas suas próprias pesquisas.
10. A mídia, especialmente a TV, freqüentemente noticiam descobertas científicas que constantemente criam novas controvérsias (disputas). Qual é a posição do cidadão comum face à dita situação ?
11. Em que medida, você acha estar preparado para discutir com seus alunos processos tecnológicos (a produção industrial) de produtos importantes como: ácido sulfúrico, fertilizantes, cerâmicas, sal, produtos de limpeza, etc.  

<input type="checkbox"/> Muito preparado	<input type="checkbox"/> Pouco preparado
<input type="checkbox"/> Preparado	<input type="checkbox"/> Não está preparado
12. Que relação você acredita que exista entre a ciência e a tecnologia ?

### Roteiro da Entrevista – Etapa 1

1. Uma das perguntas feitas no questionário aplicado aos 51 participantes refere-se ao significado de tecnologia. Vocês poderiam explicar melhor qual a idéia de tecnologia?
2. Vocês acham que há alguma relação entre a tecnologia e a ciência?
3. Vocês conhecem alguma indústria química local?
4. Vamos supor uma situação fictícia: uma indústria de produção de ácido sulfúrico pretende se instalar na nossa região. O que vocês acham que os alunos do Ensino Médio deveriam saber para participar desta discussão?
5. Como vocês trabalhariam estes conteúdos?

### Etapa 2 – Conjunto de instrumentos

#### Questionário 1

Caro(a) professor(a),

Esse questionário constitui um instrumento valioso para uma aproximação e compreensão de algumas idéias relacionadas a tecnologia e seu ensino. Agradecemos sua contribuição sincera.

#### Informações gerais:

1. Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: F ( ) M ( )
2. Ano de ingresso na UFRN? \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_  
 Período atual: \_\_\_\_\_ Conclusão prevista para: \_\_\_\_\_
3. Possui outro curso superior ou técnico? Sim ( ) Não ( )  
 Se afirmativo, indique: \_\_\_\_\_

4. Você já trabalhou em indústria? Não ( ) Sim ( )
- Química ( ) Em que função? \_\_\_\_\_ Tempo: \_\_\_\_\_
- Outras ( ) Que tipo? \_\_\_\_\_ Tempo: \_\_\_\_\_
5. Já lecionou ? Não ( ) Sim ( ) Quanto tempo? \_\_\_\_\_ Marque a (s) disciplina (s):
- Química ( ) Ciências ( ) Matemática ( ) Física ( ) Biologia ( ) Outra ( ) Qual? \_\_\_\_\_
- Qual o nível?: Ensino Médio ( ) Ensino Fundamental ( ) Que séries ? \_\_\_\_\_
6. Leciona ? Não ( ) Sim ( ), se afirmativa marque a (s) disciplina (s):
- Química ( ) Ciências ( ) Matemática ( ) Física ( ) Biologia ( ) Outra ( ) Qual? \_\_\_\_\_
- Qual o nível?: Ensino Médio ( ) Ensino Fundamental ( ) Que séries? \_\_\_\_\_
7. Realiza alguma atividade que não seja professor? Sim ( ) Não ( )
- Se afirmativo, descreva em poucas linhas seu trabalho:
8. Que tipo de atividade gostaria de desenvolver após a conclusão do curso?

**Imagine a seguinte situação e exponha sua opinião ao que se propõe:**

Você é professor de química e precisa ministrar uma disciplina chamada “Tecnologia da Indústria Química e Sociedade” na 3ª série do Ensino Médio com carga horária de 60 horas.

- a) Quais deveriam ser os objetivos da disciplina?
- b) Que conteúdos conceituais você acredita que devam formar parte do programa? De acordo com sua idéia elabore uma síntese desse programa.
- c) Que estratégias de ensino você acredita podem ser utilizadas na aprendizagem desses conteúdos? Explique.
- d) Que recursos didáticos ou físicos você utilizaria para ministrar adequadamente essa disciplina? Cite pelo menos três recursos e justifique.
- e) O que você acredita ser necessário aprender no curso de Licenciatura para poder desempenhar adequadamente como professor de química ao ministrar os conteúdos do programa elaborado.

### Elaboração de um texto

Elabore um texto que envolva as seguintes palavras:

- Tecnologia, aparelho; operações tecnológicas; sociedade; processos químicos

### Questionário 2

Leia as questões a seguir e responda:

1. Que importância você atribui ao estudo de questões de tecnologia química para alunos do Ensino Médio? Justifique.
2. Observe o diagrama de fluxo que esquematiza o processo da produção industrial do ácido sulfúrico a seguir e leia o texto seguinte:

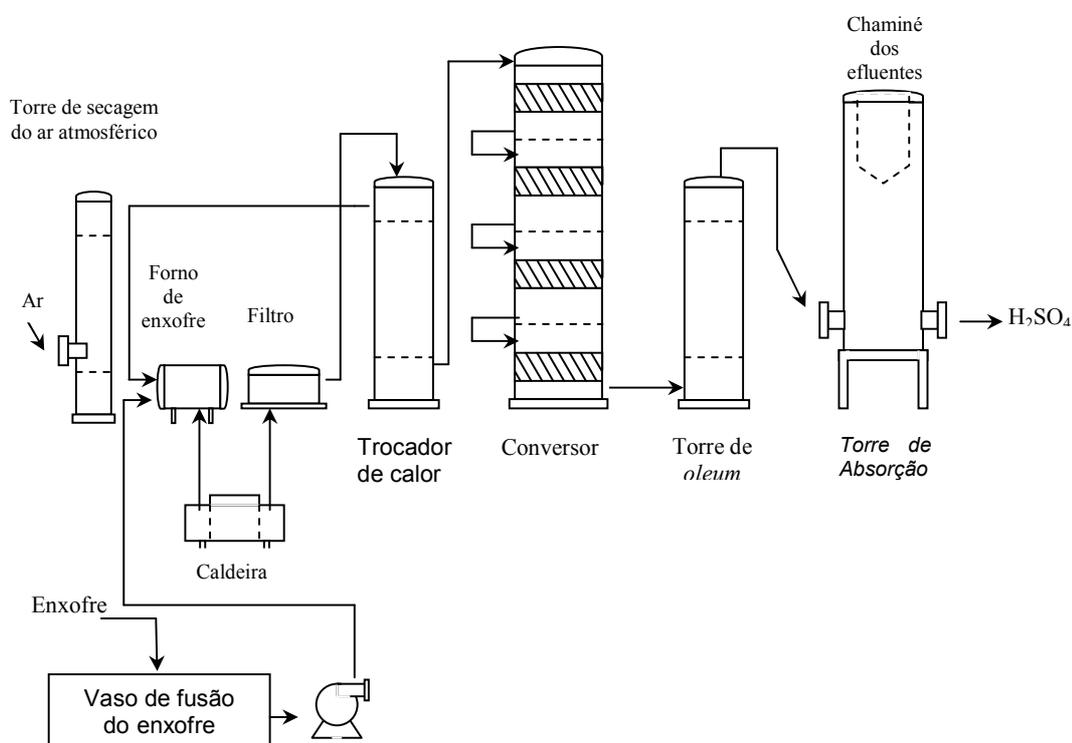
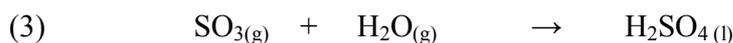
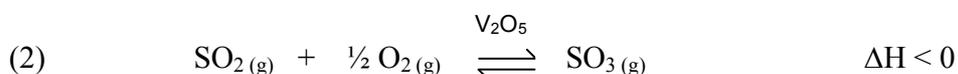
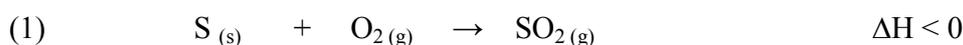


Figura 8: Diagrama de fluxo da produção industrial de ácido sulfúrico

**Processo industrial:**

O processo de produção de ácido sulfúrico é constituído basicamente por 3 etapas: (1) obtenção de  $\text{SO}_2$  a partir do enxofre, (2) oxidação catalítica do  $\text{SO}_2$  a  $\text{SO}_3$  (3) e por último obtenção de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  a partir da absorção do  $\text{SO}_3$  com  $\text{H}_2\text{O}$ . As reações que compõem este processo são



O enxofre é usualmente recebido e armazenado na forma sólida. Depois é bombeado do tanque de depósito e nebulizado no queimador (fornalha). O resultado deste processo é um gás contendo dióxido de enxofre, oxigênio, nitrogênio, vapor de água, compostos de arsênio e outros, necessitando de uma separação e purificação. É usual secar o ar de combustão do enxofre e o de oxidação do  $\text{SO}_2$  em secadores, para impedir a corrosão provocada pelos gases do queimador, que podem conter além de poeiras, dióxido de carbono, de nitrogênio e oxigênio e outras impurezas.

O conversor é constituído de divisões ou estágios, sendo considerado o “coração” da usina de ácido sulfúrico. No primeiro estágio a temperatura é ajustada usualmente entre 683 K a 703 K. Esse processo é acelerado mediante a utilização de um catalisador; neste caso, o pentóxido de vanádio ( $\text{V}_2\text{O}_5$ ). Os gases passam pelo primeiro estágio e depois a temperatura aumenta à medida que a reação avança. O gás é resfriado até a temperatura de 703 K antes de passar pelos estágios seguintes que contêm o restante do catalisador. No final destas etapas, o rendimento é em torno de 97% a 98%, onde é encaminhado para uma torre de absorção intermediária onde o  $\text{SO}_3$  é removido.

Na última fase a água forma com o trióxido de enxofre gotículas de ácido sulfúrico que produzem uma névoa ácida, quase impossível de absorver. Portanto, é utilizado em usinas o  $\text{H}_2\text{SO}_4$  a 98% para absorção do  $\text{SO}_3$ , uma vez que não forma vapor de água e, portanto, não se produz a névoa. O ácido fica continuamente mais concentrado, chamado de *oleum*.

Baseado no processo industrial apresentado, responda as questões a seguir:

- a) Que aspectos do processo industrial discutido podem ser identificados como conhecimentos tecnológicos? Explique.
- b) Que conhecimentos da ciência química estão presentes no processo industrial discutido? Explique.
- c) Segundo o processo da produção industrial do ácido sulfúrico, que diferença você pode estabelecer entre a Química como “ciência” e como “tecnologia”?
- d) Que tipos de vínculo entre indústria química e sociedade podem ser explorados na educação dos alunos do Ensino Médio?
- e) Que atividades didáticas podem ser desenvolvidas com os alunos do Ensino Médio relacionando a indústria química e a sociedade?

### **Roteiro da Entrevista – Etapa 2**

1. Gostaria de poder discutir mais sobre a visão da relação entre a Ciência e a Tecnologia. Duas idéias foram citadas nas respostas do questionário. A primeira apresenta a Ciência como sendo o conhecimento ou o estudo de um determinado fenômeno ou objeto, que tem como objetivo compreendê-lo ou modificá-lo ou descobrir novos fenômenos ou elaborar teorias e modelos. E que a Tecnologia neste contexto aplica todo o conhecimento da Ciência seja em produtos ou em soluções práticas de um determinado problema ou com um determinado fim.

- a) O que vocês acham sobre isto?

2. Com relação à elaboração do texto, não ficou muito clara a idéia do ensino da tecnologia.

3. Com relação à disciplina elaborada (Ensino de Tecnologia) foram divididos em itens:

3.1. Objetivos: foram 18 itens no total.

a) Destes, o que foi mais citado refere-se a apresentação dos conceitos da tecnologia como métodos e processos da Indústria Química. Porque seriam discutidos estes conceitos? Com que finalidade? Que tipos de conceitos sobre tecnologia seriam abordados?

b) O segundo objetivo mais citado foi apresentar ou discutir a importância da Química na sociedade. Que(ais) tipo(s) de influencia(s) a Tecnologia química ou a química poderia(m) ter sobre a Sociedade? Porque discutir este objetivo com os alunos? O que se pretende alcançar com esta discussão?

c) Aparece em terceiro lugar como objetivo realizar uma visita a uma indústria. O que de fato constitui-se mais uma estratégia do que um objetivo, portanto ficou uma dúvida, o que é que se pretende ou qual a finalidade da visita?

d) Outros objetivos aparecem, entretanto, chamou-me a atenção sobre a construção de aparelhos ou equipamentos em micro-escala e ainda atividades experimentais. Que se deseja ao desenvolver atividades com os alunos para que construam pequenos aparelhos ou façam experiências?

3.2 Foram citados com relação as estratégias:

Viagens de campo – 06 vezes; Visita a indústria química – 03 vezes; Vídeos – 05 vezes; Aulas práticas (como simulação) – 05 vezes; Aula expositiva – 03 vezes (com conteúdo teórico); Palestras – 02 vezes; Maquete/ construção / fotos – 02 vezes; Seminários – 02 vezes

a) O que seriam as estratégias e que seriam os recursos?

- b) Qual a finalidade ou o interesse das viagens de campo ou visita a indústria química?
  - c) Como seriam feitas estas atividades? Com que objetivo?
  - d) O que seria abordado nas aulas expositivas?
4. Com relação às necessidades ou o que se espera do curso de Licenciatura algumas questões foram apontadas como:
- a) Relacionar a teoria com a prática – Gostaria de entender melhor o que significa.
  - b) Aulas práticas (ou experimentais) ligadas ao ensino de química – (Porquê, gostaria de entender melhor? Como são trabalhadas as aulas de laboratório da universidade?)
  - c) Incluir disciplinas como: Química Ambiental; Química Industrial básica, Noções de Indústria química. Em que essas disciplinas poderiam ajudar?