# ERRATA

P.13 - Rodapé, leia-se FERRETI et alii (1994)

P. 50 - 2º parágrafo, 1ª linha, leia-se ... de que as professoras lançam mão, ...

P. 43 - 3º parágrafo, 3ª linha, onde se lê holística, leia-se relacional.

P. 57 - 2º parágrafo, 4ª linha, leia-se ... dados, salientavam a falta de riqueza ...

P. 88 - Tabela, leia-se Rotação de Cultura e Adubação Verde

P. 89 - 1º parágrafo, 5ª linha, leia-se ..., ela é reduzida a um dos princípios científicos ...

P. 91 - 3º parágrafo, 1ª linha, leia-se ... a concepção de tec-

P. 92 - 1º parágrafo, 9ª linha, leia-se .... texto central, que, geralmente, nem são ...

P.103 - 4º parágrafo, 5ª linha, leia-se ... que o aluno participe da sociedade...

P. 116 - 2º parágrafo, 3ª linha, leia-se No caso das professoras ...., como elas ...

P. 121 - 1º parágrafo, 5ª linha, leia-se ... não pode ser encarada como mera aplicação ...

P. 132 - 4º parágrafo, 1ª linha, leia-se ... no caso da *Relação entre aulas teóricas e* ...

BIBLIOGRAFIA, incluem-se:

DEUS, J.D. (Org.) **A Crítica da Ciência**. Rio de Janeiro: Zahar, 1979.

FRIGOTTO, G. Educação e formação humana: ajuste neoconservador e alternativa democrática. In: GENTILI, P.A.A. & SILVA T.T.(Org.) **Neoliberalismo, Qualidade Total e Educação**. Petrópolis: Vozes, 1995. p. 31-92.

*ANTONIO CARLOS RODRIGUES DE AMORIM*

# O ENSINO DE BIOLOGIA E AS RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA/ TECNOLOGIA/ SOCIEDADE:

## *o que dizem os Professores e o Currículo do Ensino Médio?*

*UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS*
*FACULDADE DE EDUCAÇÃO*
*1995*

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

UNIDADE IFC
N.º CHAMADA:
T/UNICAMP
Am68e
V. Ex.
TOMBO BC/ 26731
PROC. 667/96
C [ ] D [X]
PREÇO R$ 11,00
DATA 7/2/96
N.º CPD
CM00083139-3

## FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DA FE/UNICAMP

Amorim, Antonio Carlos Rodrigues de
Am68e O ensino de biologia e as relações entre ciência/tecnologia/sociedade : o que dizem os professores e o currículo do ensino médio ? / Antonio Carlos Rodrigues de Amorim. -- Campinas, SP : [s.n.], 1995.

Orientador : Hilário Fracalanza
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação.

1. Biologia - Estudo e ensino. 2. Ciência e tecnologia - Ensino de segundo grau. 3. Ciência e sociedade - Ensino de segundo grau. 4. Ciência e tecnologia - Sociedade. 5. Professores de ensino de segundo grau - Currículos. I. Fracalanza, Hilário. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação. III. Título.

*ANTONIO CARLOS RODRIGUES DE AMORIM*

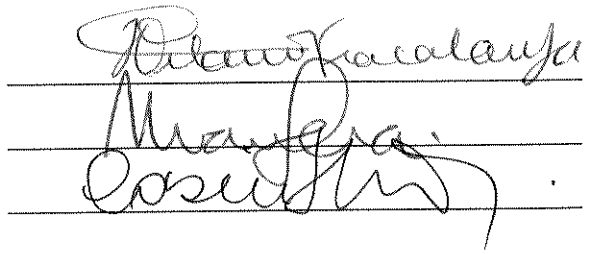
Este exemplar corresponde à redação final da DISSERTAÇÃO defendida por Antonio Carlos Rodrigues de Amorim e aprovada pela Comissão Julgadora.

Data: 01/12/95

Assinatura: _____

Dissertação apresentada como exigência parcial para obtenção do Título de MESTRE em EDUCAÇÃO na Área de Concentração: Metodologia de Ensino à Comissão Julgadora da Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, sob orientação do Prof. Dr. Hilário Fracalanza.

Comissão Julgadora:



*Aos meus pais, Antonio e Maria do Carmo, e à minha irmã Chris, pelo constante estímulo e carinho.*

*À Adriana, Cristina, Elza, Fátima, Lúcia, Miriam, Nancy e Sílvia, como expressão de nosso respeito ao seu trabalho como professoras.*

*"Sou professor. Já escrevi uma vez que 'a palavra tem de servir' e que destruiria a minha pena no instante em que a percebesse gratuita, liberta de intenção de servir alguma coisa ou alguém."*

*(Mário de Andrade)*

# AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Hilário Fracalanza pela orientação atenciosa a esta pesquisa e pelo aprendizado significativo que nos proporcionou.

À Profª. Drª. Mariley Simões Flória Gouveia pelas ricas sugestões e também pelo carinho, encanto e amor com que trata o ensino de Ciências

Ao Prof. Dr. Luiz Carlos de Freitas e à Profª. Drª. Corinta Maria G. Geraldi pelas críticas e sugestões valiosas que proporcionaram melhorias em nossa pesquisa.

Às amigas Graça , Sílvia e Débora, companheiras das alegrias e angústias da condução desta pesquisa.

Aos amigos que compartilharam conosco momentos diferentes nestes três últimos anos: James, Helô, Mara, Tina, Dinda, Rê e Cris.

A todos os Diretores e Coordenadores das escolas com quem trabalhamos e aos amigos da 4ª. Delegacia de Ensino de Campinas, pelas informações fundamentais que nos forneceram.

À Direção Pedagógica e Administrativa do Colégio Rio Branco de Campinas pelos serviços de impressão gráfica dos originais desta dissertação.

Ao CNPq pelo financiamento parcial desta pesquisa. Ao FAEP/Unicamp pelo auxílio concedido na fase final de elaboração desta dissertação.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta pesquisa.

# ÍNDICE

APRESENTAÇÃO ..... 1

CAPÍTULO I ..... 6

A RELAÇÃO ENTRE CIÊNCIA / TECNOLOGIA/ SOCIEDADE NO ENSINO DE CIÊNCIAS ..... 7

CIÊNCIA ,TECNOLOGIA, SOCIEDADE : diferentes possibilidades de interação ..... 23

Aspectos sobre as relações entre Ciência e Sociedade ..... 24
Aspectos sobre as relações entre Ciência e Tecnologia ..... 32
Aspectos sobre as relações entre Tecnologia e Sociedade ..... 38

CAPÍTULO II ..... 41

OBJETIVOS DA PESQUISA ..... 42

A CONSTRUÇÃO DA METODOLOGIA DA PESQUISA ..... 43

O UNIVERSO DA PESQUISA: AS ESCOLAS DE ENSINO MÉDIO ..... 53

CAPÍTULO III ..... 67

OS PLANEJAMENTOS DE ENSINO E AS RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA /TECNOLOGIA/ SOCIEDADE ..... 68

OS MATERIAIS DIDÁTICOS E AS RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA /TECNOLOGIA/ SOCIEDADE ..... 74

1. Descrição das Interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade Presentes nos Materias Didáticos ..... 81
1.1. Relações entre Ciência e Tecnologia nos Materiais Didáticos ..... 86
1.2. Relações entre Ciência e Sociedade nos Materiais Didáticos ..... 93
1.3. Relações entre Tecnologia e Sociedade nos Materiais Didáticos ..... 96

CAPÍTULO IV ..... 99

AS RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA /TECNOLOGIA/ SOCIEDADE NO DISCURSO E NA PRÁTICA DAS PROFESSORAS ..... 100

4.1. Apropriação do Conhecimento Científico ..... 108
4.2. Relação Pesquisa e Ensino ..... 117
4.3. Relação entre Aulas Teóricas e Aulas Práticas ..... 120

CAPÍTULO V ..... 125

CONSIDERAÇÕES FINAIS ..... 126

BIBLIOGRAFIA ..... 136

ANEXOS .....
Anexo 1 - Conteúdo dos Manuais Didáticos ..... i
Anexo 2 - Extratos dos Manuais Didáticos com Exemplos das Relações CTS ..... xi
Anexo 3 - Extratos das Entrevistas ..... x

# RESUMO

Durante esta pesquisa procuramos compreender de que maneiras o ensino de Biologia nas escolas de Ensino Médio está se referindo às discussões sobre as relações entre Ciência/ Tecnologia/ Sociedade (CTS). Foram tomadas como referência as concepções de oito professoras sobre essas relações CTS e como elas se expressam na sua prática em sala de aula, bem como as concepções presentes nos manuais didáticos e planejamentos de ensino. Os manuais didáticos e os planejamentos de ensino foram foco de uma descrição pormenorizada, em que identificamos as interações CTS. A análise dos dados da entrevista foi derivada da escolha de três instâncias de análise: Apropriação do Conhecimento Científico, Relação Pesquisa e Ensino, Relação entre Aulas Teóricas e Aulas Práticas. Em todas essas instâncias, permeando a nossa análise, apontamos diferentes perspectivas na interação entre Teoria e Prática. Reconhecemos a existência de uma diferença entre o discurso e a prática das professoras no que se refere às interações CTS, ora havendo uma aproximação, ora um distanciamento entre o idealizado e o realizado por elas. Concluímos que a abordagem das relações CTS que já existe no currículo de Biologia acontece sem que os elementos Ciência e Tecnologia sejam contextualizados em uma específica Sociedade o que geralmente não leva a um desenvolvimento da capacidade crítica dos alunos frente aos diferentes papéis da Ciência e Tecnologia, a fim de garantir-lhes uma tomada de decisões mais consciente. Identificamos também que as estratégias utilizadas pelas professoras, no trabalho com os alunos, oferecem pouca possibilidade para que eles venham a modificar concretamente a sua realidade, a partir de um redimensionamento do significado das relações CTS.

# APRESENTAÇÃO

Enquanto realizávamos esta pesquisa, entrando em contato próximo com o trabalho de outros professores, acabávamos por estar refletindo sobre o nosso próprio trabalho. Nos caminhos da pesquisa, acabamos por encontrar possíveis explicações que justificam a opção de nos dedicarmos à área de Educação, tanto como professor como pesquisador; pois, se de um lado, o campo educacional nos oferece grandes desafios para a sua compreensão, há uma série de desestímulos oriundos da vivência no dia-a-dia das escolas. Tal situação deixa transparecer sempre uma contradição que, em muitos aspectos, gera questionamentos durante o trabalho na pesquisa e no magistério, conduzindo a reflexões sobre o quanto vale a pena e aonde chegaremos.

As dúvidas foram muitas! Desde o questionamento quanto à relevância do tema escolhido para a realidade do ensino brasileiro, quanto à necessidade que nos impúnhamos de ir transformando a nossa realidade escolar, à medida que ganhávamos subsídios nas discussões em disciplinas cursadas no Curso de Pós-Graduação. Entendíamos a existência de múltiplos aspectos que interferem na esfera educacional, quer sejam intrínsecos ou extrínsecos a ela.

No momento atual, vemos o quanto foi importante para o desenvolvimento da nossa pesquisa o fato de não termos nos afastado da realidade escolar, pois esta sempre representou um gancho que contextualizou o nosso objeto de investigação. Sentíamos, enquanto professores, as dificuldades e alcances para a implantação de um novo contexto no ensino da Biologia. Tivemos a oportunidade de, no dia-a-dia, trocar idéias com colegas de trabalho e procurar compartilhar as experiências e reflexões que

estávamos tendo no Mestrado. Foi dentro da sala de aula, ou preparando as nossas aulas, que muitas vezes pudemos avaliar o enfoque de um contexto de ensino diferente do tradicionalmente adotado.

Achamos pertinente que, nesta apresentação, apontemos algumas coisas que consideramos como frutos dessa nossa passagem pela Pós-Graduação, além, obviamente, da dissertação em si. Um fator primordial que contribuiu para nossa formação como pesquisadores foi a possibilidade de realizarmos um trabalho em grupo. Esta dissertação de Mestrado é oriunda de um trabalho coletivo, com reuniões periódicas durante três anos. Não foram poucos os momentos difíceis que compartilhamos juntos; nem menores foram os de alegria. No nosso grupo de Ensino de Biologia, coordenado pelo Prof. Dr. Hilário Fracalanza, tivemos a oportunidade de trocar idéias sobre os diferentes projetos desenvolvidos, sendo que foi grande a colaboração dos colegas para o esclarecimento de dúvidas sobre o encaminhamento da pesquisa, na leitura e avaliação de nosso material escrito ou fruto de coleta de dados; na busca de elucidações mais teóricas e na sugestão de novas dúvidas para as quais devemos buscar respostas na pesquisa. Além do crescimento dentro do tema de pesquisa específico, nos foi possibilitado o contato com demais temas e com o processo da pesquisa que constrói um tipo de conhecimento sobre eles.

A participação do grupo foi fundamental no processo de elaboração e condução do nosso projeto de pesquisa, durante o qual, o amadurecimento das idéias foi gradual, sendo muito prazeroso descobrir um novo aspecto a cada vez que pensávamos ou líamos alguma referência sobre o tema escolhido para pesquisar. Alguns momentos foram bastante angustiantes, pois às vezes é árduo tentar caminhar sobre uma trilha que você não consegue visualizar por inteiro, de uma vez só; é só mesmo atuando como pesquisador em Educação que conseguimos perceber o que os livros tanto dizem sobre a construção de toda metodologia de análise, de coleta de dados que ocorre durante o

desenvolvimento da pesquisa, através dos elementos que são percebidos e vivenciados na interação do pesquisador com o seu objeto de pesquisa.

Um outro fruto dessa nossa formação enquanto pesquisadores diz respeito à criação de grupos de professores interessados em discutir alguns aspectos de sua prática pedagógica. Tivemos ou estamos tendo a oportunidade de trabalhar com professores de 1ª a 4ª séries do Ensino Básico, tanto da rede municipal quanto da rede estadual de ensino público. Mais recentemente, com um grupo de professores de Biologia do Ensino Médio, temos procurado refletir sobre a nossa prática e procurar caminhos para uma possível transformação. É um trabalho extremamente gratificante e com o qual nos sentimos felizes por estarmos compartilhando experiências com outros colegas de profissão.

Pudemos evidenciar contribuições do Mestrado para nossa formação profissional também quando participamos como professores de cursos de pós-graduação "lato-sensu" em Instituições de Ensino Superior. Nas disciplinas lecionadas por nós, relativas à área de Metodologia da Pesquisa, discutimos a elaboração de projetos de pesquisa na área educacional e a sua execução. Projetos de naturezas diversas foram estruturados durante as disciplinas, o que representou para nós um exercício bastante interessante de colaboração nesse processo e uma oportunidade a mais de pensarmos sobre pesquisa, inclusive salientando o valor educativo que deveria haver em projetos dessa natureza.

Por fim, e não menos importante, houve a criação de vínculos de amizade com colegas de outras áreas da pesquisa educacional, particularmente quando atuamos como representantes discentes em órgãos político- administrativos da Pós-Graduação. Foi rica e extremamente significativa a nossa interação , assim como se evidenciou o quão é importante a conquista e a luta dentro de espaços de representação como estes.

Acreditamos que, com os parágrafos anteriores, conseguimos explicitar os outros aspectos extremamente significativos que marcaram a nossa formação enquanto

pesquisadores na área de Educação e que não aparecem explicitamente nos capítulos que compõem esta dissertação.

Neste momento, passaremos a apresentar sucintamente o que discutimos em cada um dos capítulos de nossa dissertação.

No Capítulo I, centramo-nos na discussão a respeito das relações entre Ciência/ Tecnologia/ Sociedade (CTS), tanto na ênfase para o ensino das Ciências, quanto no campo das diferentes possibilidades apontadas na literatura sobre o significado da Ciência e da Tecnologia dentro de uma Sociedade capitalista. Contextualizamos, no Brasil e no mundo, o movimento CTS para o ensino das Ciências, assim como refletimos sobre as várias inter-relações dos elementos que compõem essa trilogia.

Já no Capítulo II, mostramos os caminhos metodológicos construídos em nosso trabalho de pesquisa, ressaltando tanto os objetivos da pesquisa realizada quanto as diferentes formas de coleta de dados. É também focalizado, neste capítulo, o universo das escolas com cujas professoras trabalhamos. Fizemos uma caracterização geral das escolas e das professoras.

O Capítulo III contém a descrição dos dados derivados de uma análise quanto à concepções das relações CTS encontradas nos planejamentos de ensino e nos manuais didáticos das escolas pesquisadas. Esses dados foram utilizados como contraponto para uma comparação com o que identificamos a partir do discurso e da prática das professoras.

A análise das entrevistas e o contraponto com as informações oriundas dos planejamentos de ensino, manuais didáticos e aulas é o cerne do Capítulo IV. A partir da escolha de instâncias de análise e apoiados em referenciais a respeito da relação Teoria e Prática, procuramos reconhecer e discutir as aproximações e os distanciamentos entre o discurso e a prática das professoras. Levantamos, também, as concepções dessas professoras a respeito das interações CTS, além de expor como geralmente as trabalham em sala de aula.

Os nossos comentários conclusivos são reunidos em um último Capítulo (V). Procuramos rever os pontos identificados em nossa pesquisa e que julgamos principais, dando-lhes uma dimensão diferente da que já tinha sido realizada nos capítulos anteriores.

Após a Bibliografia, apresentamos três anexos que julgamos essenciais para o entendimento de nosso trabalho. O primeiro deles refere-se aos conteúdos que utilizamos para descrever as informações contidas nos manuais didáticos. Já o Anexo 2 diz respeito a trechos dos manuais didáticos que escolhemos como representativos das possibilidades de interações CTS que descrevemos no Capítulo III. No Anexo 3, colocamos os trechos das entrevistas que nos serviram de base para a discussão apresentada no Capítulo IV. Os anexos contêm, pois, informações primordiais para que o leitor entenda por que fazemos certas inferências e, mesmo, como chegamos às nossas conclusões.

# CAPÍTULO I

# À RELAÇÃO ENTRE CIÊNCIA/ TECNOLOGIA/ SOCIEDADE NO ENSINO DE CIÊNCIAS

O contexto curricular em que se expressam as idéias e reformas de correntes inovadoras do ensino de Ciências pode ser analisado tendo sempre em vista o fato de estarem associados à concepção, função e utilidade da ciência na sociedade de uma dada época. Sendo assim aqueles que se dedicam ao ensino de ciências buscam relacioná-lo às necessidades dos grupos sociais, a cada momento histórico.

Por exemplo: as inovações das décadas de 60/70 pretendiam superar a visão tradicional do ensino de Ciências presente até meados da década de 50[1]. Com a idéia de "se fazer uma educação voltada para formar futuros adultos, capazes de compreender e modificar a realidade e a sociedade em que vivem." (FRACALANZA et alii, 1987, p.101), os modelos de reforma da década de 60 e início da de 70 se basearam em parâmetros sociais e científicos específicos. Segundo FENSHAM (1988), no âmbito mundial, nessa época havia uma elite que freqüentava as escolas secundárias e que, na sua grande maioria, iria ingressar nas Universidades. Dentro dos parâmetros científicos, o autor afirma existir a identificação da ciência como um desenvolvimento seqüencial de aspectos mais teóricos ou conceituais; foram criadas metodologias relacionadas especificamente a tais aspectos. Esses últimos parâmetros resultariam de um entusiasmo, no âmbito universitário, como efeito do pós-guerra, sobre a existência de

[1]O ensino de ciências, nessa visão tradicional, objetivava a adequação passiva e a manutenção da posição social do aluno.

um grande campo para a pesquisa científica a ser explorado e a conseqüente necessidade de demanda de um número crescente de técnicos e cientistas. Era, pois, necessário, no ensino pré-universitário, mostrar o funcionamento e a utilidade da ciência, estimulando vários estudantes a ingressarem na carreira universitária científica.

Metodologicamente, percebeu-se, nestas décadas, o destaque para uma valorização do papel do laboratório no ensino e para uma reorganização dos conteúdos do ensino em função dos conceitos básicos e unificadores das áreas de conhecimento científico.

No Brasil, como em outras nações em desenvolvimento, existe mais um outro sentido para essa necessidade de se desencadear um processo de reforma no ensino de Ciências nas décadas de 60/70. Iniciávamos nessa época a corrida para a modernidade, para o desenvolvimento e era embutido um papel primordial à educação . Como afirma Gouveia:

> Para atingir o nível de desenvolvimento das grandes potências ocidentais, a educação foi considerada como 'alavanca do progresso'. Não bastava olhar a educação como um todo, era preciso dar especial atenção ao aprendizado de Ciências. O conhecimento científico do mundo ocidental foi colocado em cheque e ao mesmo tempo, foi tido como mola mestra do desenvolvimento, pois era capaz de achar os caminhos corretos para lá chegar e também de sanar os possíveis enganos cometidos." (GOUVEIA, 1992, p. 72).

Uma série de projetos, então, foram desenvolvidos, a fim de que tais objetivos pudessem ser atingidos. Entretanto, já desde o início da década de 70 foram crescentes, a nível mundial, os sinais de insatisfação com os resultados da grande reforma da educação científica escolar da década de 60. Isso é melhor entendido quando verificamos que a tentativa de sua aplicação se deu num período onde se iniciou a transição, no ensino Médio , de uma escolarização com caráter elitista para um fenômeno de massa. Também estão presentes nessa conjuntura, a industrialização e

conseqüente interação das aplicações da ciência e tecnologia com cada indivíduo em particular e com toda sociedade.

Particularmente no Brasil, o repensar sobre a questão do ensino de Ciências, nesse período da década de 70, derivou-se de discussões de dois níveis. Primeiramente, a nossa nova orientação econômica com a solidificação do modelo capitalista de produção, que necessitava que uma dimensão diferente fosse dada à ciência e à tecnologia, pois essas ganhavam papel de destaque com a preocupação da modernização do país. Para tanto, como afirma GOUVEIA (1992), o discurso nessa época quanto à melhoria do ensino de Ciências passava pela necessidade de se fortalecer os conhecimentos científicos e contextualizá-los para a aplicação em tecnologia.

Um segundo nível de discussão diz respeito à avaliação dos projetos desenvolvidos para a melhoria do ensino de Ciências na década de 60. Tais projetos fracassaram no que diz respeito aos resultados esperados, pois não houve alteração significativa da qualidade do ensino de Ciências, que não perdeu as suas raízes tradicionais, apesar dos investimentos no aperfeiçoamento de recursos humanos e a introdução do método experimental. Diante de tal situação, medidas foram elaboradas e executadas, visando à melhoria da educação científica.

Para uma abordagem rápida a respeito dos efeitos das novas investidas para a melhoria do ensino de Ciências na década de 70, utilizaremos os resultados encontrados por McCONNEL (1982). Em extenso artigo, esse autor detalha o estudo sobre o "status" da educação científica, realizado por vários grupos científicos, educacionais e civis dos Estados Unidos no período entre 1970 e 1980. As diferentes conclusões encontradas neste trabalho vão ao encontro das análises de pesquisadores brasileiros, como GOUVEIA (1992) ou KRASILCHIK (1987).

Os grupos americanos analisaram a realidade do ensino de Ciências, a partir de focos variados (estudos de caso, revisão de literatura, análise dos objetivos propostos etc), traçando um panorama educacional sobre o ensino de Ciências no qual: a) há

predominância da utilização do livro didático, de forma quase exclusiva, com raríssima adoção de estratégias para discussões orientadas e com pouca informação relacionada a problemas sociais ou individuais, ou sobre a relação entre tecnologia e ciência; b) no geral, há um declínio da população estudantil interessada na escola, em Ciência e em seguir carreira científica; c) os currículos não estão adaptados às necessidades atuais, para uma escola onde aumentou a diversidade entre os estudantes; d) interferem significativamente fatores como apoio financeiro às escolas, salário e formação dos professores, diálogo restrito entre quem faz pesquisa na área educacional e quem tem a prática pedagógica nas escolas.

Situando o Brasil neste quadro internacional da avaliação do ensino de Ciências, FRACALANZA (1993) explica que três fatores contribuíram para a pequena aceitação dos projetos brasileiros na década de 70: a ampliação do número de vagas nas escolas públicas de ensino fundamental e médio com paralela deterioração acentuada das condições dessas escolas; o aumento da carga burocrática nas atividades de ensino e a formação deficiente dos professores egressos dos cursos de licenciatura de curta duração; o aumento em número das escolas particulares e a ênfase que davam em conteúdos e práticas convencionais no ensino, tendo em vista os exames vestibulares para o ingresso no ensino superior; o próprio Estado, que havia apoiado o desenvolvimento de novos projetos brasileiros, mas acabou por não criar as condições necessárias à editoração e difusão das propostas elaboradas.

Já a década de 80 pode ser configurada como um período de transição no ensino de Ciências, a partir da constatação a nível internacional de uma crise mundial neste campo, com o reconhecimento do fracasso e/ou inadequação das propostas de renovação preconizadas nas duas décadas anteriores e a emergência de novos modelos curriculares e metodológicos, redundando na convivência de tendências antigas e modernas. Por um lado, há a persistência do chamado ensino tradicional, assim como do modelo da (re) descoberta. Por outro lado, pelo fato de as inovações praticadas nas

outras décadas terem seus pressupostos mais duramente criticados, foram incorporadas novas diretrizes para o ensino, tais como: preocupações com as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade; a ênfase na educação ambiental, na ecologia humana e na ética na ciência; a valorização dos aspectos cognitivos, da cultura e do cotidiano do aluno (AMARAL, 1995; FRACALANZA, 1993).

Foi sugerido, a partir de resultados de pesquisas no âmbito mundial, que uma questão central para o ensino de Ciências na década de 80 fosse o desenvolvimento de um pensamento e filosofia consistentes com o "status" corrente da ciência e tecnologia e que respondesse a questões sobre Ciência/ Tecnologia/ Sociedade e problemas que afetam as nações em todo mundo (McCONNEL, 1982; ZOLLER *et alii*, 1991). Recomendou-se que é necessária uma perspectiva para o ensino de Ciências que responda a

> novos problemas da relação entre Ciência/Tecnologia e toda sociedade, levando aos cidadãos a possibilidade de entender o seu papel na vida moderna, bem como usar o conhecimento sobre ciência e tecnologia em assuntos de escolha individual ou de política pública. O jovem deve ter oportunidades de experimentar, com orientação, a análise e avaliação de evidências derivadas não apenas do laboratório de ciências, mas também da gama de informações que estão rotineiramente disponíveis ao público, na mídia ou livrarias. (McCONNEL, 1982, p. 4).

Podemos considerar que essa perspectiva para o ensino de Ciências parece ter sido, em parte, reflexo da crise internacional do modelo capitalista de acumulação de riqueza. Essa crise pode ser percebida, como nos indica GOUVEIA (1992), pelo questionamento da hegemonia norte-americana e pela revolução tecnológica causada pelo avanço na informática e pelas novas formas de organização do trabalho. Neste contexto político-econômico mundial, que conseqüentemente refletiu no campo nacional, foi repensado o papel da ciência e tecnologia diante dessas novas características da sociedade. No caso de países periféricos, como o Brasil, surgiram

questionamentos sobre o papel que particularmente a ciência e tecnologia exerceriam para a manutenção de um modelo de desenvolvimento dependente (LOPES, 1977).

Tem sido evidente que o avanço das forças produtivas e as exigências colocadas pelo trabalho produtivo foram, cada vez mais, alterando a posição da ciência e da tecnologia na sociedade. De lugar marginal, o binômio C&T passou a ocupar o centro da sociedade. Hoje, espera-se que tanto a ciência como a tecnologia sejam produzidas em benefício da nação e incluídas como prioridades em planos nacionais e de desenvolvimento (Dal PIAN, 1992). Tanto isso é verdadeiro que, na época das elaboração da nova Constituição Brasileira de 1988, foi realizada uma ampla discussão a respeito da estruturação de uma política científico-tecnológica para o Brasil, tal é a importância considerada desses dois elementos para o desenvolvimento do país. Foi retratada a luta por uma política de financiamento para o desenvolvimento científico tecnológico com um questionamento a respeito do real papel da tecnologia nos países em desenvolvimento. As discussões também conduziam a uma reflexão a respeito de quem deveria obter mais fontes de investimento: ciência ou tecnologia?

O levantamento de aspectos sobre a política científico-tecnológica brasileira é ainda assunto recente dentro de nossa sociedade, particularmente em grupos ligados a órgãos financiadores de pesquisas e universidades. Em recente artigo (GUIMARÃES, 1995), abordam-se as questões referentes ao modelo de financiamento da pesquisa brasileira, que favorece o atendimento de uma demanda exclusivamente construída no ambiente de laboratório nas universidades, sem muitos vínculos com as prioridades governamentais. Isso vem a desestimular o desenvolvimento da capacidade tecnológica nacional, reforçando um processo de industrialização, com o predomínio de um padrão associado, subordinado a países de primeiro mundo. O autor sugere que se aumentem os laços da pesquisa com o setor produtivo.

No campo educacional, vem sendo discutido qual o papel que cabe à Educação desempenhar frente à modernização produtiva e os desafios econômicos e políticos

interpostos pela nova ordem internacional, diante das inovações tecnológicas na estrutura produtiva. Quais as implicações educacionais dos novos paradigmas científicos, tecnológicos e organizacionais? Será que é inevitável a adesão do Brasil ao atual modelo de competição internacional através da incorporação e difusão de novas tecnologias[2]?

Apesar de esses cenários nacional e internacional conduzirem a uma discussão sobre o papel da Ciência e da Tecnologia na Sociedade moderna, percebeu-se, como indica AMARAL (1995) que ainda há no ensino de Ciências praticado pelos professores uma influência predominante do método investigativo - característica das décadas de 60 e 70 , além de uma persistência quanto à orientação tradicional de transmissão do conhecimento. E mais, esse autor afirma que há relativa pouca aceitação da orientação de concepções mais modernas como a avaliação da importância da ciência e da tecnologia.

É notório atualmente que haja, então, uma urgência para discussão sobre o efeito em nossas vidas da interação entre Ciência/ Tecnologia/ Sociedade (GASKELL, 1982). O aumento na velocidade de produção de novos produtos e o concomitante decréscimo no tempo para a sociedade se ajustar às novas mudanças ocasionadas é somente um exemplo desse contexto CTS. Deve-se analisar, também, o impacto causado por mudanças tecnológicas - seu potencial ou para gerar danos (explosões nucleares, destruição da camada de ozônio, novas doenças virulentas oriundas de pesquisas com DNA recombinante), ou que afeta a organização do trabalho (instalação de novas tecnologias em empresas, indústrias), bem como para situações que envolvam posições éticas (contracepção, aborto, produção de clones humanos).

Tem sido percebida a iniciativa para uma discussão de novo contexto para o ensino de Ciências, paralela ao estabelecimento de uma sociedade altamente

[2]Tais questionamentos não têm uma única resposta e vêm gerando uma séie de discussões dentro do campo educional brasileiro. Ver FERRETI er alii (1994); MACHADO et alii (1992).

tecnológica, na qual se discutem a relevância social, os alcances, as limitações e as implicações do uso da ciência. De acordo com TRIVELATO (1993) dentro das reformulações por que deve passar o ensino das disciplinas científicas é necessário haver questionamentos que tentem responder às modificações sociais, à crescente diversificação cultural da Sociedade, ao impacto tecnológico e às transformações do mercado de trabalho. No caso do Estado de São Paulo, as propostas curriculares para o ensino de Ciências e de Biologia já estabelecem, como um de seus princípios norteadores, a perspectiva de interações CTS.

Em publicação recente da Secretaria de Estado de Educação de São Paulo, ao ser tratada a organização do currículo de Biologia, afirma-se: "Um professor que pretende colocar sua proposta de ensino a serviço da cidadania, trata as questões científicas vinculando-as à maneira como os conhecimentos estão sendo aplicados. Ciência e Tecnologia estão estreitamente relacionados" (CASTELLANI, 1994, p. 49).

A trilogia Ciência/Tecnologia/Sociedade vem sendo considerada, por muitos outros autores, como um enfoque necessário na educação científica. Para BYBEE (1987), por exemplo, o desenvolvimento da capacidade de raciocínio deve ocorrer dentro de um contexto. Na educação científica, esse contexto é apropriadamente providenciado pela inclusão de temas sobre a relação entre Ciência/Tecnologia/Sociedade. Já para HART & ROBOTTOM (1990), o aparecimento desse novo paradigma dentro do ensino de Ciência se dá em conseqüência de um repensar sobre a educação científica, fruto de mudanças na sociedade e na Ciência/Tecnologia, além do contraste entre a Ciência escolar e a realidade de uma sociedade orientada científica e tecnologicamente. FENSHAM (1988) cita que o contexto curricular centrado na relação entre Ciência/ Tecnologia/ Sociedade é um movimento dentro da educação superior e de nível médio que busca levar a educação em Ciências para os estudantes nos níveis mais próximos de suas necessidades como membros de sociedades crescentemente tecnológicas. Como afirmam OST & YAGER

(1993), o enfoque curricular dessa natureza representa o esforço mais recente para se fornecer um contexto real para o estudo de ciências e para a própria atividade científica.

Historicamente, a proposição das idéias sobre a relação entre Ciência/Tecnologia/Sociedade provavelmente pode ser encontrada nos anos 30, especialmente com o trabalho de Desmond Bernal, como autor do livro **The social function of science**. A tese de Bernal, grosseiramente simplificada, era que a ciência não era uma atividade puramente neutra, cerebral ou cultural isolada da estrutura sócio-econômica da sociedade, mas se influenciava, ou realmente era dirigida por esses fatores mais o poder político ou econômico (RUSSEL, 1988).

YAGER (1990) procura situar, nos Estados Unidos, o início do movimento do ensino de Ciências centrado na relação entre Ciência/ Tecnologia/ Sociedade, nos anos 80, durante os quais o objetivo da educação científica era desenvolver indivíduos cientificamente alfabetizados, que entendessem como a ciência, a tecnologia e a sociedade se influenciam mutuamente e que fossem capazes de fazer uso desse conhecimento em tomadas de decisão no seu dia-a-dia. Esse mesmo autor, em artigo publicado em 1984, afirma que se definíssemos a disciplina ciências como o estudo da interface ciência-sociedade, eliminaríamos as restrições detectadas nos programas de educação científica. Como já foi apontado anteriormente, no Brasil esse novo contexto para o ensino das Ciências também surgiu na década de 80.

GASKELL (1982) acrescenta um pouco à história desse movimento dentro do currículo de ciências, mostrando que documentos e relatórios técnicos produzidos por órgãos do governo nos Estados Unidos (*International Symposium on World Trends in Science Education* - 1979; *Association for Science Education* - 1979, 1981), no Canadá e Inglaterra (*British Columbia Science Assessment* - 1978) apontavam, como um dos grandes temas, a introdução de um foco na interação de ciência, tecnologia e sociedade dentro do currículo escolar.

Numa primeira análise, pode parecer que o movimento centrado na relação entre Ciência/ Tecnologia/ Sociedade no currículo escolar parece fazer mais sentido em países desenvolvidos que investem em ciência e tecnologia e que buscam um retorno desse investimento na indústria, na guerra, na saúde, no consumo e na melhoria da qualidade de vida. TRIVELATO (1993) destaca, entretanto, que também podemos considerar a validade dessas preocupações dentro de propósitos de construção e consolidação da democracia, valendo, pois, para países periféricos como o Brasil.

Em pesquisa desenvolvida junto a professores de Química brasileiros, SANTOS (1992) identifica que o movimento CTS encontraria significado no contexto do ensino brasileiro, à medida em que atingisse a dois propósitos. O primeiro seria o ensino para a cidadania, preparando estudantes para o seu papel em uma sociedade democrática. O segundo corresponderia ao fato de esse contexto CTS para o ensino trazer para os estudantes conhecimentos que os levem a participar da sociedade moderna no sentido da busca de alternativas para aplicações de ciência e tecnologia dentro da visão de bem-estar social. Na nossa opinião, esse enfoque não deve ser desvinculado de uma perspectiva crítica quanto ao papel da ciência e da tecnologia enquanto instrumentos de poder muitas vezes utilizados para manutenção de uma relação de dependência econômica e política do Brasil com os países do primeiro mundo.

Acreditamos que uma visão panorâmica geral dos objetivos a que se pretende atingir com adoção de contexto curricular CTS no ensino de Ciências pode oferecer subsídios ao leitor para o melhor entendimento de sua dimensão.

Após extensa análise de documentos e propostas estrangeiras para inovações curriculares, SANTOS (1992) considera que os objetivos do contexto CTS poderiam ser assim resumidos: permitir o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão, à medida que se preocupa com a solução de problemas da vida real que envolvem aspectos sociais, tecnológicos, econômicos e políticos; possibilitar a compreensão da natureza da ciência e do seu papel na sociedade.

De uma maneira mais detalhada, PIEL (1981) esclarece que o contexto curricular centrado nas interações Ciência/Tecnologia/Sociedade deveria objetivar ao atendimento de:

a) **Necessidades pessoais** : os programas de educação em Ciências prepararíam os indivíduos para utilizar a ciência para melhoria de suas próprias vidas e para ter sucesso dentro de um mundo crescentemente tecnológico.

b) **Necessidades sociais** : os programas de educação em ciências deveriam preparar os cidadãos para tratar com responsabilidade as questões sociais relacionadas com a ciência.

c) **Conhecimento acadêmico da ciência** : os programas de educação em Ciências deveriam assegurar o desenvolvimento e aplicação continuada do conhecimento científico para manutenção de uma "massa crítica" que entenda os fundamentos científicos básicos.

O movimento centrado na relação entre Ciência/ Tecnologia/ Sociedade seria uma tentativa de colocar o conteúdo do ensino de ciências num contexto autêntico de seu valor tecnológico e social (HOFSTEIN et alii, 1988). Significa focalizar problemas do mundo real, que tem componentes da ciência e tecnologia, sob a perspectiva dos estudantes, ao invés de começar com conceitos e processos. Isso leva os estudantes à investigação, à análise e à aplicação de conceitos e processos em situações reais. A ênfase é em tomar uma decisão responsável no mundo real do estudante onde a ciência e tecnologia são componentes. Um enfoque dessa natureza permite que se faça a relação entre uma determinada teoria e a prática do aluno, o que pode vir a possibilitar a transformação de sua realidade concreta. Na nossa opinião, essa dimensão para o

ensino, centrada na relação teoria-prática, encontra nos objetivos do movimento CTS uma possibilidade para ser introduzida e efetivada nas escolas.

Vários autores têm considerado que o estabelecimento de um currículo que seja mais relevante social e pessoalmente é mais apropriado para estudantes que serão futuros ou atuais "consumidores" da ciência e não seus "produtores".

O movimento CTS como um novo contexto para o ensino das Ciências encontra-se atualmente no seguinte estágio: uma vez estabelecidos os seus objetivos, esses foram avaliados quanto à sua importância dentro do campo educacional. Ultimamente vem sendo conduzida uma série enorme de trabalhos em vários países, na perspectiva de construção, aplicação e avaliação de propostas curriculares, de cursos-pilotos e de materiais didáticos dentro dessa nova ótica para o ensino.

Dentro dessa perspectiva, houve tentativas de se introduzirem tópicos referentes à relação entre Ciência/ Tecnologia/ Sociedade nas próprias disciplinas científicas tradicionais e, mesmo, em outras disciplinas (como sociologia, economia, política, religião), num tratamento interdisciplinar dessa abordagem. Além disso, em alguns cursos, via-se a tentativa de balancear o conteúdo da ciência básica de todas as disciplinas com os aspectos sociais e tecnológicos da ciência.

No Brasil, especificamente no Estado de São Paulo, atenção foi dada a esse novo enfoque curricular , pois dentro dos princípios metodológicos que nortearam a Proposta Curricular de Biologia (na versão mais recente), o item **processo de produção do conhecimento** enfoca que

> ensinar como o conhecimento biológico é produzido exige pensá-lo numa dimensão de historicidade, considerando que o processo de sua produção é determinado pelas condições sociais da época (...), enfatizando a não-neutralidade da ciência e do cientista e a forma cumulativa da produção do conhecimento, além de estabelecer a relação entre ciência e tecnologia e suas aplicações na sociedade. (SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO, 1992, p. 21).

Comparado com a situação mundial, são bastante iniciais a construção e implantação de propostas, no sistema educacional brasileiro, dentro do contexto curricular do ensino de Ciências centrado nas relações CTS. Materiais produzidos por Secretarias de Educação e apresentações de trabalhos em encontros científicos foi o referencial para identificarmos o que já vem sendo realizado no Brasil.

Recente publicação da Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas da Secretaria de Estado da Educação de São Paulo centrou esforços na discussão de temas de ciências que pudessem oferecer visão das inter-relações entre Ciência/ Tecnologia/ Sociedade.[3] No último Encontro "Perspectivas do Ensino de Biologia", pudemos constatar um crescente número de trabalhos apresentados que se referiam ao tema CTS, envolvendo aspectos como ética e tecnologia e alunos de Ensino Médio (MALAJOVICH, 1994), feira de ciências (COSTA, 1994) , bem como capacitação docente (GARCIA, 1994 e GÖEDERT, 1994). Há de se fazer destaque para o trabalho de TRIVELATO (1993) que estudou a forma como os professores de primeiro e segundo graus reagiram a sugestões de atividades nas quais se discutiam tópicos que envolviam relações entre Ciência/ Tecnologia/ Sociedade.

Entretanto, os projetos curriculares que vêm sendo elaborados dentro dessa nova perspectiva para o ensino de Ciências em vários países, têm obtido poucos resultados favoráveis no que se refere a mudanças concretas da prática pedagógica, não ultrapassando, em alguns casos, uma visão tradicional do ensino de Ciências. HOFSTEIN et alii (1988) levantam vários pontos que poderiam ser responsáveis pelos problemas de implantação de programas centrados na relação entre CTS, dentre os quais destacamos: (a) a falta de definições claras sobre CTS; (b) a falta de estrutura teórica; (c) a grande valorização das disciplinas de Biologia, Química e Física em suas formas tradicionais; (d) a não-familiaridade dos professores com as estratégias de ensino sugeridas; (e) a

[3] *Ensino de biologia e química: dos fundamentos à prática - energia nuclear:* uma proposta de trabalho integrado. São Paulo: Secretaria de Educação/CENP, 1992. 143p. (**Série A Prática Pedagógica**)

natureza dos materiais CTS que tende a ser fluida e com conotação de "tentativa" quando comparada às informações claras e resumidas dos cursos tradicionais de ciências; (f) a natureza conservativa geral dos sistemas educacionais. (g) desenvolvimento inadequado do currículo e de procedimentos para sua implantação.

Especificamente no referente ao item g acima, HART & ROBOTTOM (1990) criticam o processo que vem sendo desenvolvido para a reforma curricular, adotando o modelo "centro-periferia", no qual um grupo de especialistas domina a **teoria**, a ser colocada em **prática** pelos professores; a ênfase é dada nos objetivos, relatórios e materiais instrucionais também como na década de 60. APPLE, YAGER (1990), dentre outros, em número especial do **Journal of Research in Science Teaching** sobre a reforma do currículo de Ciências, salientam que a reforma não se dará simplesmente adicionando novos tópicos ou lições em livros textos e guias de professores.

Críticas a essa maneira de se conduzirem os processos de reforma curricular foram amplamente apontadas por GOUVEIA (1992) que complementa as informações já discutidas, salientando a necessidade de o professor participar do processo de mudança, entendendo-se a prática docente como "cotidiano".

O fato de ser necessária a consideração das idéias dos professores, suas condições de trabalho e o estímulo à sua participação em um processo de construção da reforma no ensino, tem levado a algumas mudanças nas pesquisas que tratam de temas CTS. É crescente o número de projetos de pesquisa desenvolvidos no âmbito mundial com professores que já estão lecionando ou em cursos de formação universitária. Procura-se fazer o levantamento das concepções dos professores sobre relações CTS (BEN-CHAIM & ZOLLER, 1991; FLEMING, 1987; RUBBA & HARKNESS, 1993; TRIVELATO, 1993), bem como a avaliação conjunta com os professores de alguns projetos de implementação do contexto curricular CTS ( TRIVELATO, 1993; ZOLLER et alii, 1990; ZOLLER, 1991; ZOLLER et alii, 1991).

Por outro lado, em busca de uma estrutura teórica que norteie o entendimento das relações CTS, outros autores vêm discutindo particularmente a respeito dos significados da tecnologia ( DAUGS, 1990; GILBERT, 1992; GRAY, 1989; LAYTON, 1988) e as interações entre Ciência e Sociedade ( BARNES & EDGE, 1982; RAVETZ, 1988).

Em resumo, podemos caracterizar a existência de uma problemática de estudos sobre as relações entre Ciência/ Tecnologia/ Sociedade. Concordamos com FRANCO (1991) quando afirma que tal problemática deva ser discutida em dois níveis complementares: num primeiro momento, a nível teórico para que seja possível introduzir a análise de que matrizes epistemológicas devem informar os conceitos de ciência, tecnologia, modernidade, conhecimento e ignorância, no bojo das ciências sociais; num segundo momento, a nível empírico, para que se possa detectar que representações sociais são elaboradas, reelaboradas e veiculadas nos diferentes cenários sociais, em especial no cenário educacional, junto a profissionais e alunos comprometidos com a erradicação do analfabetismo científico no Brasil.

Partindo-se dos argumentos discutidos anteriormente, que consideramos ter fornecido um panorama sobre o movimento centrado na relação entre Ciência/ Tecnologia/ Sociedade dentro do ensino de ciências, desenvolvemos uma pesquisa, durante a qual procuramos responder às seguintes perguntas:

1. De que maneiras as discussões sobre as relações entre Ciência/ Tecnologia/ Sociedade aparecem no ensino de Biologia?

1.1. De que maneiras o professor de Biologia compreende essa relação entre Ciência/ Tecnologia/ Sociedade? Que elementos presentes na fala do professor podem relacionar o ensino que pratica com a trilogia Ciência/ Tecnologia/ Sociedade ?

1.2. Como os materiais que o professor utiliza retratam e tratam dessa relação entre Ciência/ Tecnologia/ Sociedade?

1.3. A que elementos de sua formação ou prática profissional podemos relacionar as concepções dos professores encontradas?

# CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE:
## diferentes possibilidades de interação

O foco de nosso estudo para compreensão do ensino de Biologia no ensino médio nesta pesquisa é a discussão a respeito das possíveis relações entre Ciência/ Tecnologia/ Sociedade dentro do ensino de Ciências. Para tanto, parece-nos bastante importante que dediquemos neste trabalho a uma apresentação, mesmo que não seja exaustiva, aprofundada ou de maior fôlego, sobre as diferentes possibilidades de interações CTS.

Este texto foi construído a partir de referências que nos foram bastante importantes, como subsídios para a descrição de alguns resultados encontrados nesta pesquisa. Não deve, entretanto, ser encarado como o referencial teórico da análise dos nossos dados. Sem dúvidas, as idéias que serão aqui apresentadas contribuíram em muito para ampliar a nossa visão a respeito das interações CTS. Julgamos mais importante, porém, o fato de este texto apresentar uma concepção clara de Sociedade, dentro da trilogia Ciência/ Tecnologia/ Sociedade, e que, ao falar de Ciência e Tecnologia, não deveríamos nunca nos esquecer de que são atividades que se dão no contexto de um certo tipo de Sociedade.

Os objetivos do movimento centrado nas relações CTS são a formação do cidadão e a expectativa de estabelecimento de um ensino de Biologia que capacite o aluno para a tomada de decisões e para o desenvolvimento de atitudes frente à Ciência e à Tecnologia , no plano do real e do concreto, ou seja na Sociedade. Consideramos,

então, necessário esclarecer alguns indicativos de como têm sido interpretadas por alguns autores as diferentes interações CTS.

A pergunta lançada por GROSSHANS (1991) é bastante pertinente aqui : para qual tipo Sociedade o movimento CTS deseja ter um papel? Esse questionamento precisa necessariamente ser feito, a fim de que não contribuamos para a manutenção de um modelo de desenvolvimento social, político e econômico passível de uma série de críticas.

## *ASPECTOS SOBRE AS RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA E SOCIEDADE*

Muitas vezes, percebemos uma tentativa de descrever a ciência como algum tipo de agente transformador externo, que atua sobre a sociedade. Essa concepção é bastante inadequada, pois, no mundo contemporâneo, a ciência é produto e determinante de algumas estruturas filosóficas, ideológicas , econômicas e políticas. Não pode ser pensada como um processo de passos imutáveis e inevitáveis, com objetivos sobre os quais não temos o poder de controle e que sempre são conduzidos na melhor direção.

Consideramos a ciência como uma atividade social crítica e dinâmica inserida num processo contínuo de transformação cujo objetivo é a produção do conhecimento sobre a natureza (natural e social). A produção científica dá-se dentro das sociedades; é realizada por homens e mulheres que compartilham uma certa quantidade de valores, normas e padrões de comportamento.

Esses dois parágrafos anteriores acabam nos indicando algumas conexões existentes entre Ciência e Sociedade, que são exemplos dentro de uma gama de complexas redes de interações que, sobretudo, não se traduzem como relações lineares. Atualmente, as características sociais da ciência não são consideradas como aspectos externos à própria ciência, mas intrínsecos, retratando uma ciência, fruto e componente

da sociedade, não existindo isolada de sua cultura. Mas esse posicionamento quanto à inter-relação entre Ciência e Sociedade não é o único e nem sempre exprimiu o real papel da ciência na sociedade ao longo da história da humanidade.

Por exemplo, mesmo a ciência sendo considerada um instrumento essencial na busca de respostas para satisfazer novas necessidades , as respostas encontradas começaram por ser de ordem ideológica, tornaram-se depois de tipo econômico e que englobam hoje a organização de toda vida social, colocadas pelo desenvolvimento capitalista (MIKÚLINSKI et alii, 1981). Em concordância com esse posicionamento, autores da área de Sociologia da Ciência estabelecem três níveis de inter-relações entre Ciência e Sociedade, em graus diferentes, que utilizaremos neste texto para apresentação de aspectos que julgamos relevantes.

Um primeiro nível de interação entre Ciência e Sociedade ressalta a autonomia relativa entre ciência e sociedade, no qual há destaque da ciência como esfera da produção do saber.

KELLE (1981) afirma que a transformação da ciência em instituição social implicou, historicamente, que ela se constituísse como componente autônomo do sistema social. A Revolução Científica dos Séculos XVI e XVII, marcada pelos grandes descobrimentos de Galileu, Newton, Descartes, acabou sendo o marco para o estabelecimento de uma existência autônoma da ciência, bem como a conquista desse direito à autonomia na realidade concreta da sociedade. Inclusive, esse processo de desmembramento da ciência para converter-se em unidade independente estrutural da sociedade é um dos fundamentos para se explicar a visão ainda existente de que os cientistas seriam independentes da sociedade, e o melhor lugar para se dedicarem à ciência seriam as "torres de marfim".

Como nos indica FREITAG (1979)[4], ao se considerar essa relação autônoma da ciência com a sociedade, é feita uma forte associação com o caráter de inventividade e

[4]Prefácio do livro *Ciência e Estado - A Política Científica no Brasil* de Regina L. de Moraes Morel.

inovação atribuídos aos cientistas. A persistência em dias atuais de tal visão de ciência como entidade autônoma é criticada pela autora, na medida em que conduz à perda do aspecto de institucionalização da ciência ou à suposição de um poder sobrenatural da inventividade. Afirma ser o processo científico uma atividade socialmente organizada, desejada e controlada de acordo com os interesses e as estruturas dominantes em uma sociedade.

Como em qualquer trabalho social, o trabalho científico está motivado pelas necessidades da sociedade e existe somente enquanto as satisfizer. Um certo tipo de estrutura social é que determina, então, as relações entre Ciência e Sociedade que, embora apresentadas muitas vezes como relações de "autonomia", na verdade são autônomas apenas na medida em que a Instituição corresponde a interesses particulares, em detrimento aos interesses gerais da sociedade (MAAR, 1981).

A aceitação da ciência enquanto instituição autônoma da sociedade só foi possível, como constata VELHO (1985), devido a um imenso fluxo de realizações científicas que fez com que os meios (conhecimento produzido) fossem transformados nos fins (solução de problemas da própria ciência). Assim fortalecido, o cientista passou a se considerar como independente da sociedade e a olhar a ciência como um empreendimento válido em si mesmo e que era levado a efeito dentro da sociedade, mas não fazia parte dela.

No entanto, a partir de um certo período, a existência da ciência pela ciência passou a ser bastante questionada e a sociedade voltou a esperar que a ciência, de alguma maneira, servisse a certos objetivos sociais e não apenas a si própria. Alertou-se para o fato de que a ciência não estava assegurando avanços econômicos e o bem-estar social, mas se acreditava que tinha potencial indiscutível para isso.

É no contexto dessas discussões e questionamentos sobre o papel da ciência que passa a ser identificado um outro nível de interação entre Ciência e Sociedade,

caracterizado pela aplicação prática do saber científico, primeiro na produção e logo em toda sociedade.

Com o estabelecimento do sistema capitalista, o saber social universal (científico) converteu-se em força produtiva direta. Existem alguns indicativos, apontados por FREITAG (1979), que possibilitam enxergar o que seria essa apropriação da ciência pela sociedade e sua participação como força produtiva, a partir da revolução científico-tecnológica. Seriam eles:

a) ênfase no aproveitamento econômico da ciência;

b) o "know-how" é utilizado para aumentar a intensidade da produção e com isso o rendimento[5];

c) o próprio processo produtivo passa a ditar as regras do jogo da produção científica;

d) o sistema capitalista mobilizou o saber "puro" e a técnica para os interesses da acumulação do capital. A ciência e a técnica passaram a constituir uma unidade inseparável.

e) a ciência moderna, condicionada basicamente pela estrutura econômica, precisa ocultar o seu profundo comprometimento com a formação societária do capitalismo atrás de uma fachada de independência e neutralidade.

A transformação da ciência em força produtiva direta significa que começa o processo inverso da dita "penetração" da ciência na sociedade, sua integração com a sociedade, a "assimilação" de seus resultados pela sociedade, que marcou a época da chamada autonomia da ciência . Agora, somente ao ser "apoderada" pela produção, a ciência pode receber o impulso imprescindível para depois penetrar também em outras esferas da vida social (KELLE, 1981).

---

[5]Um aspecto que ilustra essa afirmação , levantado por Sant'anna (1985), refere-se à mecanização dos instrumentos de trabalho que foi um passo fundamental no desenvolvimento da relação entre ciência e produção: enquanto a introdução da maquinaria criou condições necessárias para a aplicação da ciência à produção, a mecanização completou o processo e colocou os fundamentos da Indústria baseada na Ciência

Dentro dessa perspectiva, o saber especializado, teórico ou prático, passou a ser tido como bem comum e como mecanismo necessário para promover a longo, médio ou curto prazo o bem-estar social e as metas mais desejadas pelas sociedades. Atribuem-se à ciência e à tecnologia características de panacéia, as quais, quando devidamente aplicadas, poderiam solucionar os principais problemas e assegurar o desenvolvimento rápido e tranqüilo da nação (RATTNER, 1980).

A peculiaridade da etapa atual da relação entre Ciência e Sociedade é a aplicação cada vez maior de dados da ciência não só na produção, mas também em outras esferas da vida social. Hoje em dia é difícil encontrar um campo da vida social que não experimente, em maior ou menor grau, a influência da ciência. A ciência não só criou novos tipos de produção, como também novas necessidades sociais. A ciência se apresenta como um componente mais e mais necessário do sistema social, sem o qual é inconcebível o funcionamento e o progresso sucessivo da sociedade contemporânea.

Bastante influente, a ideologia de nossa época envolve uma extensão da ciência bem além de seus limites verdadeiros, de modo que os problemas sociais e políticos são constituídos como se fossem científicos e as "soluções" oferecidas de maneira a obscurecer as questões sociais e políticas (CHALMERS, 1994). O fato é que os êxitos realmente fantásticos da ciência contemporânea, sua enorme influência na produção, em todo o modo de vida do homem levaram a uma idéia de que todos os problemas, contradições, dificuldades e desgraças da humanidade se superariam graças exclusivamente às descobertas da ciência (MIKÚLINSKI et alii, 1981).

Como afirma DEUS (1979), a ciência, como acontece em regra com os mitos em que uma sociedade se baseia, é geralmente apresentada como um a priori que não pode ser destituído, uma entidade etérea de valor indiscutível, útil a gregos e troianos, uma bênção milagrosa dos céus e da razão. Porém, como qualquer outra atividade social, a ciência não existe no ar, ela é uma obra produzida pelos homens que se desenvolve em determinado contexto social, dentro de certo tipo de organizações e instituições.

Se é claro que nas sociedades capitalistas, a ciência contribui para transformar a relação entre as forças produtivas e o desenvolvimento de novos meios de produção, ela é apresentada exclusivamente como a soma dos nossos conhecimentos sobre os fenômenos naturais. Deste modo, ela seria neutra, independente das forças políticas e econômicas, acima de classes e das ideologias. Lopes critica essa visão e esclarece que

> na realidade a ciência não é, de modo algum, um conjunto inerte e passivo de conhecimentos; antes é todo um processo dinâmico que inclui as motivações e a escolha de assuntos da pesquisa, assim como os meios de procurar, adquirir ou utilizar conhecimentos novos. Esta soma de atividades não é neutra: ela é reflexo dos interesses e das ideologias da sociedade. (LOPES, 1977, p. 15).

Um terceiro nível de interação entre Ciência e Sociedade diz respeito, então, ao fato de a ciência ser um fator capaz de produzir e alterar as estruturas sociais. Novamente nos valendo das idéias de FREITAG (1979), apontaremos características da ciência enquanto instrumento de poder.

Como já citado anteriormente, no momento histótico da implantação do capitalismo, houve crescentemente a incorporação da ciência como constituinte do modo de produção. Análises realizadas a respeito desse processo de transformação da ciência em força produtiva, levam a crer que ela passa a fazer parte do jogo de poder das classes sociais integrantes das modernas sociedades: no campo econômico, os homens são submetidos aos imperativos da razão instrumental; em uma instância política, os governantes se utilizam da ciência como instrumento de manutenção das relações de produção[6]. Em ambos, o poderio da ciência seria intermediado socialmente pela aplicação tecnológica das descobertas científicas. Por exemplo, o trabalho do

[6]A "ciência" em sua forma da razão instrumental, assume assim uma função múltipla na manutenção e reprodução da sociedade "pós-industrial" : dinamiza a infra-estrutura como força produtiva; despolitiza a instância do poder, permitindo que as decisões não sejam mais tomadas à base do consenso, mas por uma minoria de tecnocratas, legitimados como experts. Estes tomam, em nome da ciência e com auxílio das técnicas e meios que ela fornece, as decisões que afetam a maioria." (Freitag, 1979. p. XXI)

operário se subordina a uma lógica externa a ele e ao ritmo de funcionamento do sistema tecnológico, ou seja, ao sistema de máquinas.

É também dentro dessas instâncias política e econômica que podemos identificar uma outra dimensão do papel da ciência enquanto instrumento de poder na nossa sociedade. A estabilização e o crescimento do sistema econômico prioriza a resolução de problemas técnicos. Com isso, há uma despolitização das massas para transferir o poder de decisão aos técnicos, especialistas no assunto, aos experts. No discurso de tais técnicos, as decisões resultam dos imperativos da racionalidade, da lógica e economia de meios ajustados a fins. É aqui, com o discurso da racionalidade e da lógica, que a ciência penetra na área do poder, legitimando suas decisões.

A elite política para tomar decisões tem acesso a um amplo batalhão de especialistas, que lhe passam o conhecimento e sua experiência. Porém, ao público em geral, incluindo o escolar, é fornecida informação rigorosamente selecionada sobre as questões técnicas, o que pode aliená-lo e despolitizá-lo.

Independentemente da inexistência de uma apresentação clara e conscientização de toda população a respeito dessas múltiplas relações entre Ciência e Sociedade, é evidente para todos que estamos vivendo numa fase atual de nossa sociedade denominada Idade da Ciência. GRANGER (1994) é quem se utiliza dessa nomenclatura e esclarece que o que marca essa nossa era atual não é a riqueza de novidades fundamentais, cientificamente revolucionárias; vivemos em uma época excepcionalmente rica em desenvolvimentos e aplicações dos avanços ocorridos no início do nosso século ou no final do século passado.

Em seu livro, levanta uma série de exemplos dentro da área das ciências que o levaram a identificar o caráter aplicado da ciência na era atual. Afirma: "No que diz respeito às ciências físicas-químicas e biológicas, constata-se uma imbricação dos conhecimentos científicos propriamente ditos e dos conhecimentos técnicos no sentido

mais amplo. Não há nenhuma dúvida de que essa associação demonstra o caráter necessariamente aplicado da ciência moderna." (GRANGER, 1994, p. 14)

A interação mais evidente da Ciência com a Sociedade é percebida como a penetração e apropriação da ciência na sociedade, particularmente após a industrialização. A maneira como a ciência se insere na nossa vida cotidiana é fundamentalmente por intermédio da técnica, da tecnologia[7]. Os objetos que utilizamos e estamos rodeados são produtos da técnica e, por assim dizer, estão impregnados de pensamento científico.

Tal concepção sobre a interação entre Ciência e Sociedade, mediada pela Tecnologia, é também apresentada por BAKER (1980), quando discute que o desenvolvimento de alguns sistemas - como de comunicações, de raios X ou de análises químicas - e o seu uso são atualmente a principal maneira de o público defrontar-se com a inovação e, em contrapartida, formar sua opinião e desenvolver atitudes frente à pesquisa e às descobertas científicas.

Se esse enfoque é fortemente evidenciado no contexto social atual, é deveras simplificado o entendimento do que seja tecnologia e da sua relação com o conhecimento científico. Sendo assim, julgamos que seja necessário dedicarmos um espaço neste texto para apresentarmos algumas considerações sobre as diferentes relações entre Ciência e Tecnologia.

[7]No âmbito das discussões sobre o movimento CTS no ensino de Ciências, já são encontradas evidências a respeito dessa forte vinculação da Ciência à Tecnologia na Sociedade atual. HURD (1987) afirma que a adição de conceitos tecnológicos ao curriculum científico ajuda a preencher a lacuna que existe desde há muito entre a vida fora da escola e o que se aprende na sala de aula.

Independentemente do que apresentaremos a respeito das inter-relações entre Ciência e Tecnologia, em seus diferentes níveis, é importante destacarmos, uma vez mais, que o contexto maior é o da inserção desses componentes na Sociedade, que pode ser entendido a partir de elementos apontados neste trecho de Rattner :

> O crescimento econômico capitalista, sobretudo neste século, pôs a Ciência e a Tecnologia a serviço da economia, a qual passou a ditar a orientação da pesquisa tecnológica, relacionando seus resultados com a produção e o consumo de massa. Com a expansão do sistema capitalista em escala mundial, verifica-se uma tendência à cientificização da técnica e a institucionalização da inovação tecnológica. (RATTNER, 1980, p.147)

## *ASPECTOS SOBRE AS RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA*

Em um primeiro momento, consideramos necessário apresentar os diferentes conceitos de tecnologia, que são extremamente variados, e condicionados por épocas e contextos sociais diversificados, não se podendo apontar concepções mais ou menos verdadeiras ou falsas.

Arriscamos estabelecer conceitos que conferem à tecnologia uma amplitude menor ou maior. Para nós, isso tem relação íntima com a vinculação da Tecnologia à Ciência, que como veremos a seguir pode se dar desde uma forma de dependência, submissão ao conhecimento científico, até a apresentação de uma autonomia relativa entre essas duas instâncias da nossa cultura.

De uma forma bastante geral, é atribuído à tecnologia o papel social de incrementar o estoque de técnicas, processos e artefatos úteis à sobrevivência, de modo a aumentar a eficiência da atividade humana em todas as esferas, incluindo a da produção.

O trabalho tecnológico é visto como intencional e racional : o tecnólogo visualiza um objeto, traça um plano para atingi-lo e emprega ferramentas e técnicas para executar o plano. Dentro dessa perspectiva, apresentaremos um quadro que contém diferentes definições de tecnologia, com níveis de complexidade distintos, reunidas por LAYTON (1988).

A adoção de tais concepções podem não deixar transparecer o caráter da tecnologia como força social e cultural, que seriam ressaltados se fossem abordados o impacto social dos produtos tecnológicos e a influência da mudança tecnológica na vida das pessoas.

**DEFINIÇÕES DE TECNOLOGIA**

OBJETOS: máquinas, instrumentos, equipamentos

CONHECIMENTO: saber fazer

PROCESSO: invenção, construção, planejamento, "design"

SISTEMA SÓCIO - TÉCNICO DE USO: sistema usando combinações de maquinária e pessoal para efetuar tarefas

CONHECIMENTO, HABILIDADES, TÉCNICA + ASPECTO CULTURAL: objetivos; valores e códigos de ética; crença no progresso; criatividade.

CONHECIMENTO, HABILIDADES, TÉCNICA + ASPECTO ORGANIZACIONAL: atividade econômica e industrial: atividade profissional: consumidores e usuários.

Como considera VARGAS (1994) e pela panorâmica fornecida pelo quadro anterior, a palavra tecnologia vem sendo empregada entre nós com o sentido de técnica[8] em geral, ou mesmo num sentido menor, como por exemplo, o do trato com aparelhagem ou processos de fabricação sofisticados, e mesmo num sentido comercial, muito próximo ao de "marketing". Para esse autor, é necessário que haja a distinção entre o momento da aquisição do conhecimento tecnológico, pelo estudo do tecnólogo ou pelo trabalho do pesquisador, do momento inteiramente econômico-industrial da introdução no mercado de um novo instrumento ou de um novo processo decorrente do saber tecnológico. Afirma que "tecnologia é cultura que se tem ou não, cuja aquisição se dá por uma inserção de todo o sistema sociocultural do país no 'mundo moderno' " (VARGAS, 1994, p. 17).

Ao se considerar o momento de sua inserção na economia como sendo essencial na tecnologia pode-se levar à concepção de que ela seja meramente uma resposta à demanda econômica, levando-nos a construir uma idéia de tecnologia neutra e isenta de valores. É bastante interessante o que KNELLER (1980) discute a esse respeito, considerando que tal concepção estabelece um quadro extremamente simplificado da tecnologia, como se resumisse à seguinte situação: surge a demanda para um produto que preencha uma necessidade e o tecnólogo projeta esse produto por causa do dinheiro que ele ou alguém irá usufruir com sua comercialização. Negando essa concepção, o autor afirma que longe de ser o resultado neutro de forças do mercado, a tecnologia tem um caráter próprio. Em diferentes graus, e sempre em conjunto com outras forças, ela pode refrear o tecnólogo e afetar os valores e as vidas daqueles que a usam.

O fato de muitas vezes ser acentuado esse caráter de neutralidade da tecnologia é explicado por Layton pela estreita relação que se estabelece entre Ciência e Tecnologia: "a alegação de que a ciência é livre de valores é usualmente interpretada significando

[8]O fato de o aspecto técnico aparecer para refletir os usos mais comuns da tecnologia é também apontado por BARNES (1986).

que a prática da ciência é independente de valores contextuais como utilidade e lucro financeiro". (LAYTON, 1988, p. 373).

Consideramos importante, então, esclarecer algumas das interações entre Ciência e Tecnologia que vêm sendo apresentadas e discutidas na literatura nacional e mundial. A discussão a respeito das relações entre Ciência e Tecnologia centra-se primordialmente na apresentação de duas perspectivas: o denominado modelo hierárquico e o modelo simétrico.

No modelo hierárquico, a função da tecnologia é elaborar as implicações práticas da pesquisa científica. A produção de um novo conhecimento seria, então, função da ciência: cientistas criativamente constroem novas hipóteses e teorias, e rigorosamente as avaliam através de observações e resultados experimentais. Nesse modelo, a tecnologia restringe-se a uma atividade rotineira de elaborar e realizar as "implicações" das teorias científicas. Tal atividade nada criativa dependeria da ciência básica. A existência e o progresso da tecnologia são apresentados neste modelo como dependentes de um conhecimento prévio construído pela ciência.

Numa perspectiva de crítica a esse modelo, GRANGER (1994) mostra, por meio de uma série de exemplos históricos, como se desenvolveu a progressiva associação dos saberes técnicos à ciência e deixa claro o caráter original e relativamente autônomo da história das técnicas. Afirma: "Não se deve imaginar que, já nos primeiros momentos da história dos homens, os saberes técnicos se tenham situado no prolongamento dos saberes científicos previamente constituídos" (GRANGER, 1994, p. 25).

As relações entre Ciência e Tecnologia raramente se apresentam como projetos deliberados de aplicação de um conhecimento. Como afirma GRANGER (1994), é bem verdade que à medida que nos vamos aproximando de nosso tempo, o acoplamento da invenção técnica à ciência vai ficando cada vez mais apertado, e hoje mal podemos conceber um progresso técnico notável que não se baseie nos dados da ciência. No entanto, a história das técnicas não deixa de ser, em ampla escala, autônoma. De fato,

ela depende da realização progressiva de projetos próprios, cuja execução é simplesmente tornada possível, num determinado momento, pelos avanços da ciência.

A tecnologia tem uma história própria que acompanha a história da ciência, apesar de nela não se dissolver. Como nos esclarece KNELLER (1980), a Ciência e a Tecnologia se desenvolveram, em sua maior parte, independentemente uma da outra até cerca de 100 anos atrás, quando a maioria dos progressos tecnológicos foi obra de inventores e artífices que usavam os conhecimentos práticos e pouca ou nenhuma ciência teórica.

Mas por que na sociedade atual, é difícil reconhecermos essa autonomia entre Ciência e Tecnologia? Inclusive, quando abordamos os aspectos sobre Ciência e Sociedade, vimos que o marco atual é o de uma expressão do conhecimento científico na sociedade pela vertente da Tecnologia. A partir de quando, se estabeleceu essa relação mais estreita entre Ciência e Tecnologia?

A Tecnologia só começou a fazer uso significativo da Ciência em fins do século XIX, quando a indústria química se apoiou em descobertas científicas, primeiro, para alterar substâncias naturais, como nas indústrias de corantes, fertilizantes e farmacêutica; e depois para sintetizar substâncias inteiramente novas mediante a reorganização das moléculas de substâncias existentes.

FIGUEIREDO (1989) afirma que é a partir da revolução industrial que Ciência e Tecnologia começaram a se integrar mais profundamente, a ponto de, em muitas situações contemporâneas, a distinção entre ambas atividades não ser, de modo algum, óbvia quer quanto àqueles que as praticam, quer quanto à natureza da pesquisa desenvolvida. Com a consolidação do capitalismo, a relação entre Ciência e Tecnologia foi se invertendo e estreitando, a ponto de todas as inovações tecnológicas das últimas décadas se realizarem com grande fundamentação científica. Exemplos típicos são as telecomunicações, a microeletrônica, a informática, a engenharia genética e a biotecnologia.

A consideração de que a tecnologia não é mera aplicação da ciência é o argumento base do outro modelo sobre as relações entre Ciência e Tecnologia que vem sendo apresentado na literatura (modelo simétrico). Neste modelo, considera-se que além de depender da cultura científica, a tecnologia tem seus próprios recursos culturais, que lhe provêm a base principal para sua atividade inovadora. Novos tipos de instrumentos são desenvolvidos a partir de materiais mais antigos, ocorrendo de maneira similar o mesmo com maquinário, processos, procedimentos.

A inovação tecnológica não advém automaticamente do desenvolvimento da ciência. Atualmente, devemos considerar a relação entre Ciência e Tecnologia numa perspectiva de interdependência. Da Ciência, a Tecnologia deriva os conhecimentos básicos das leis naturais relevantes; os instrumentos; as técnicas; o método científico de investigação com o estabelecimento de fatos por experimentos controlados[9], além da crença na utilidade da pesquisa. Da Tecnologia, a Ciência recebe nova instrumentação; problemas para solucionar; e prática no avanço da explicação científica - a Tecnologia pode ser encarada como o elemento da prática que dará ao conhecimento de Ciência, teórico, o caráter de veracidade.

Para resumir essas idéias, lançamos mão de trecho do artigo de Gardner, ao afirmar que

> tecnologia é muito mais do que ciência aplicada; ela é uma expressão da cultura, as maneiras pelas quais os homens entendem o mundo e o seu espaço e as maneiras pelas quais ele transforma esse mundo. Ao se conceber tecnologia como aplicação da ciência negligencia-se a consideração das forças sociais. (GARDNER, 1993, p. 292)

[9]GRANGER (1994) discute que, na penetração das técnicas pelo conhecimento científico, ocorreu um fenômeno que denomina de normalização rigorosa das ações e dos produtos, condição indispensável para a baixa de custos e da produção de massa. O progresso das técnicas levou à descaracterização da produção de obras individualizadas, típicas do trabalho artesanal. Isso porque, *"para poder aplicar os conhecimentos estabelecidos pela ciência, os técnicos devem selecionar cada vez mais os materiais de acordo com normas estritas, codificar os procedimentos, ordenar os ciclos de execução."* ( p. 37)

Sob a ótica apresentada neste texto, a Tecnologia não poder ser analisada, quanto a seu papel dentro da Sociedade, atrelada exclusivamente à Ciência. Sendo assim, quais as outras dimensões possíveis da Tecnologia, que não a científica? Responder a essa questão é o que nos propomos a fazer no próximo item.

## *ASPECTOS SOBRE AS RELAÇÕES ENTRE TECNOLOGIA E SOCIEDADE*

Além da dimensão científica da Tecnologia, apresentada no item anterior, FIGUEIREDO (1989) discute mais três: a econômica, a política e a ideológica. De uma maneira bem generalizada, abordaremos os principais aspectos que a autora nos coloca em seu livro, a fim de que possamos compreender de uma forma mais abrangente a Tecnologia.

Ao lado da dimensão científica, como já apontamos anteriormente, é bastante evidenciada, nas sociedades industriais, a vinculação da tecnologia à economia, onde é destacado o papel essencial da tecnologia no sistema de produção, troca e distribuição de bens. Essa relação com os fatores econômicos, no entanto, não é unidericional: enquanto, por um lado, a descoberta de novos princípios cria a possibilidade de sua aplicação a curto ou longo prazo, por outro lado, um novo emprego de recursos econômicos pode conduzir à descoberta de novos conhecimentos tecnológicos.

O avanço tecnológico, ao ser usado no processo produtivo, permite aumentar a produtividade do trabalho e assegurar a acumulação do capital. A tecnologia tem, pois, extrema importância em nossa sociedade no que se refere à busca de lucro.

Entretanto, tanto as dimensões científica e econômica podem conferir uma falsa interpretação de que a tecnologia seja mecanicamente derivada de pressões econômicas ou dos condicionantes científicos.

A maior questão é que a direção do avanço tecnológico depende, em grande parte, de quais são os interesses que prevalecem sobre outros que lhe são opostos a cada momento histórico. Tais interesses não são indeterminados no sentido de que sua possibilidade é dada por situações concretas, onde estão envolvidos fatores como o desenvolvimento científico, as condições econômicas e o que a autora denomina de homogeneizações ideológicas.

Afirma a autora:

> A tecnologia é ideologia sempre e quando se apresenta como um conjunto homogêneo de efeitos semelhantes para todos, sejam eles positivos ou negativos. Tanto é ideológica a concepção de avanço tecnológico como condição de emancipação de humanidade como o é a crença de que o desenvolvimento tecnológico significa a destruição do próprio homem. [10] (FIGUEIREDO, 1989, p. 19)

Com ingredientes de a-historicidade assim como de neutralidade, a tecnologia nos é apresentada como mecanismos, processos e resultados, que fazem parte de um processo de domínio e controle da natureza em benefício de todos, não comprometida com homens interessados em situações concretas. A tecnologia é apresentada em um discurso no qual se destaca a sua importância crucial para a busca da igualdade e justiça social.

É ocultado, quando a tecnologia se apresenta como beneficiando a todos igualmente, o caráter de dominação e exploração da força de trabalho, inclusive a que ocorre entre países com níveis de industrialização diferenciados.

---

[10] Para um aprofundadamento a respeito da concepção de tecnologia enquanto ideologia, ver HABERMAS, Jürgen - *Técnica e Ciência como "Ideologia"* (trad. Artur Morão). Lisboa: Edições 70. s/d

No decorrer deste texto, algumas vezes pudemos ter dado um tom até certo ponto maquiavélico no que diz respeito à apropriação da Ciência e da Tecnologia pelo modo de produção capitalista. No entanto, gostaríamos de citar FRIGOTTO (1995), quando este nos fala que essa relação entre Ciência, Tecnologia e Capital é conflitante e antagônica, por confrontar de um lado as necessidades de reprodução do capital e de outro as múltiplas necessidades humanas.

> Negatividade e positividade teimam em coexistir numa mesma totalidade e num mesmo processo histórico e sua definição se dá pela correlação de força dos diferentes grupos e classes sociais. O fantástico progresso técnico que tem o poder de dilatar o grau de satisfação das necessidades humanas e, portanto, da liberdade humana e que tem estado sob a lógica férrea do lucro privado, ampliando a exclusão social, não é uma *predestinação natural* nem um *destino*, mas algo produzido historicamente. (FRIGOTTO, 1995, p. 36)

Com este capítulo, esperamos ter permitido ao leitor uma visão ampla a respeito das múltiplas interações CTS. O conhecimento de todas essas possíveis inter-relações aqui apresentadas é fundamental em uma discussão sobre o contexto curricular de Biologia centrado nas relações CTS , a fim de possibilitar ao aluno a tomada de decisões mais críticas em uma sociedade altamente científica e tecnológica. Seria importante a caracterização de qual é a Sociedade em que estão presentes os elementos de Ciência e Tecnologia, que iremos discutir em nossas aulas.

# CAPÍTULO II

# OBJETIVOS DA PESQUISA

Diante do exposto nos parágrafos anteriores que justificam a relação entre Ciência/Tecnologia/Sociedade como um novo contexto para o currículo da Biologia, nesta pesquisa investigamos a respeito desse tema nas escolas, quer seja na concepção dos professores, na sua prática em sala de aula e/ou nos currículos propostos. Verificamos as concepções que os professores têm sobre conceitos relativos à relação entre Ciência-Tecnologia-Sociedade, se eles desenvolvem um tipo de ensino coerente com qual estrutura conceitual e quais os determinantes e interferentes em sua prática pedagógica, particularmente o material instrucional.

Deve ficar claro que verificamos na escola como se está trabalhando essa relação entre CTS sem, contudo, querer fazer uma comparação mecânica entre a prática da sala de aula e uma prática dita "ideal".

Foi, antes, fazer o levantamento de como o tema já é abordado na sala de aula, nos materiais instrucionais, na concepção dos professores e na relação entre esses aspectos, para daí se partir para um quadro de análise que permitisse algumas possíveis explicações para o panorama encontrado, bem como de possibilidades para avanços.

# A CONSTRUÇÃO DA METODOLOGIA DA PESQUISA

Em nossa pesquisa, fizemos a investigação sistemática de uma instância específica - a relação entre Ciência/ Tecnologia/ Sociedade em sete diferentes escolas do município de Campinas que oferecem cursos nas modalidades de ensino técnico-profissionalizantes e Inciso III[11], pertencentes à rede pública e particular. Trabalhamos com oito professoras que lecionavam nestas escolas.

Na busca de novas descobertas, procuramos enfatizar uma interpretação em contexto valendo-nos de instrumentos variados de coleta de dados ( documentos, anotações de campo, entrevistas), examinando o nosso objeto de estudo como uma representação singular da realidade. Tais características são apontadas por ANDRÉ (1984) como algumas das que definem uma pesquisa como estudo de caso.

Em concordância com opinião exposta por ALVES (1991), acreditamos que a realidade é uma construção social da qual o investigador participa e, portanto, os fenômenos só podem ser compreendidos dentro de uma perspectiva holística, que leve em consideração os componentes de uma dada situação em suas interações e influências recíprocas, o que exclui a possibilidade de se identificar relações lineares de causa e efeito e de se fazer generalizações de tipo estatístico.

Qualquer que seja a instância escolhida, deve ser focalizada como um todo e de forma completa e profunda, para que os pormenores, as circunstâncias específicas e a multiplicidade de dimensões, presentes em uma dada situação, possam favorecer a apreensão desse todo. Para tanto, no desenrolar desta pesquisa, verificamos quais são

[11]Denominação mais recente das escolas que oferecem os cursos colegiais, de Ensino Médio.

as diferentes possíveis concepções das professoras sobre a relações entre Ciência/ Tecnologia/ Sociedade, bem como as dos materiais que consultam - por exemplo: livros didáticos, material da Secretaria de Educação, apostilas teóricas elaboradas ou não pelas próprias professoras, apostilas de aulas práticas e outros materiais apontados pelas professoras como relevantes ao seu trabalho ( vídeo, por exemplo). Procuramos uma justificativa, quanto à concepção dos professores, também em sua formação profissional através do resgate de seu trabalho em escolas ou outras instituições.

Os nossos primeiros contatos com as escolas deram-se no mês de maio de 1994, quando averiguamos a possibilidade de fazermos a nossa pesquisa. Até o final do primeiro semestre de 1994, fomos várias vezes às escolas, com o intuito de coletar dados de alguns documentos importantes para esta pesquisa- quer sejam os planos de escola, os planejamentos de ensino e os livros didáticos. Todas as vezes que fomos às escolas, conversamos informalmente com as professoras, obtendo algumas informações e esclarecendo aspectos da pesquisa que elas solicitavam. As entrevistas realizadas e as aulas a que assistimos ocorreram nos meses de outubro, novembro e dezembro de 1994. Com uma das professoras, voltamos a entrar em contato no mês de março deste ano de 1995, a fim de assistir a um filme que ela considerava bastante importante no sentido de termos a oportunidade de obter outras informações para a análise de seu trabalho.

Descrevemos as informações presentes nos planos de escola e nos planejamentos de ensino elaborados pelas professoras, que se relacionavam com o tema específico de nossa pesquisa, sempre na tentativa de levantarmos o maior número de indícios que nos possibilitassem ter uma visão mais abrangente do seu trabalho e que pudessem nos auxiliar na coleta de dados mais detalhada por ocasião das entrevistas.

Houve convite por parte de algumas professoras para que assistíssemos às suas aulas, para que, como elas mesmas disseram, percebêssemos realmente o funcionamento do ensino de Biologia dentro da sala de aula. Tivemos a oportunidade de acompanhar algumas aulas de professoras que lecionavam em escolas particulares e

públicas, profissionalizantes ou não. Ao todo, acompanhamos vinte aulas de quatro diferentes professoras, cujos dados foram utilizados como complementação para análise do material coletado por meio das outras fontes. Durante as aulas a que assistimos, procuramos registrar as situações proporcionadas tanto pela professora, ao abordar o conteúdo, quanto pelos alunos, ao fazerem perguntas, que possibilitariam tratar de algum aspecto dentro da relação CTS.

Como instrumento principal de coleta de dados junto às professoras, foram realizadas entrevistas semi-estruturadas, pautadas na investigação de situações de sala de aula onde as professoras estabelecem possíveis interações entre Ciência/ Tecnologia/ Sociedade. Também nessa entrevista, coletamos os dados referentes à vida profissional das professoras. Os demais resultados encontrados nas descrições de material instrucional ou outros, bem como das aulas assistidas, serviram como forma de contrapor as idéias que as professoras apresentaram na entrevista, podendo perceber mais abrangentemente o enfoque do ensino de Biologia presente seu trabalho pedagógico.

AIKENHEAD et alii (1987) e AIKENHEAD (1988) realizaram estudos sobre os melhores métodos para coleta de informações sobre as crenças de professores e estudantes quanto ao tema Ciência/ Tecnologia/ Sociedade. Verificaram que a entrevista semi-estruturada é o melhor método, seguida de um questionário de múltipla escolha, no qual é exigida a tomada de decisão da pessoa frente a uma situação concreta - as alternativas a serem escolhidas refletem concepções diferentes sobre Ciência, Tecnologia, Sociedade e suas possíveis interações.

No referente a pesquisas que investigam as possíveis relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, a literatura aponta alguns tipos de instrumentos de coletas utilizados. Por exemplo SOUSA(1993) utilizou, em sua pesquisa, um sistema de afirmações sobre Ciência, Tecnologia, Sociedade , para as quais a pessoa deveria opinar, escolhendo uma dentre várias opções de concordância (foi montado um sistema

contendo alternativas que variavam desde "**não concordo**" até "**concordo plenamente**").

É bastante comum em pesquisas canadenses sobre este tema a utilização de um instrumento de coleta de dados denominado VOSTS (*Views on Science-Technology-Society*). Caracteriza-se por ser um conjunto de situações-problema que exigem a opinião da pessoa, que escolhe uma das opções apresentadas no teste. De acordo com a escolha realizada, consegue-se categorizar o nível de inter-relação que a pessoa estabeleceu entre ciência e sociedade, ciência e técnica, técnica e sociedade, conceito de técnica, conceito de ciência e cientista, dentre outros. Esse tipo de instrumento é largamente utilizado nas pesquisas atuais nesse país e também nos Estados Unidos, pois possibilita uma coleta de dados quantitativos relativamente rápida e auxilia o estudo para implantação de elementos inovadores no ensino de Ciências. É fundamental ressaltar que as questões componentes do VOSTS foram elaboradas a partir de estudos qualitativos sobre a concepção de professores e alunos a respeito das interações ciência/tecnologia/sociedade.

Pelas características peculiares que toda pesquisa apresenta e também de cada realidade sócio-econômica, fica praticamente impossível, a nosso ver, assumir qualquer procedimento de coleta de dados já construído, cabendo-nos a função bastante difícil, mas desafiadora, de elaborá-lo.

Associado a isso, foi fundamental pensarmos sobre a natureza da entrevista que utilizaríamos para coleta de dados de nossa pesquisa. Concordamos com WOODS (1989) quando afirma que o termo *entrevista* pode deixar transparecer uma idéia de formalidade que deve ser evitada em alguns tipos de pesquisa. Prefere chamá-la de conversas ou discussões, o que traduz melhor um processo livre, democrático, aberto, bidirecional e informal, no qual os indivíduos podem manifestar-se tais como são, sem se sentirem atados a papéis pré-determinados. Evita-se, pois, que os indivíduos

assumam posturas impenetráveis, detrás das quais refugiam sua personalidade real, privada.

Já que imprimimos esse teor à entrevista, foi necessário empreender um caminho que nos possibilitasse coletar elementos sobre a realidade tanto das diferentes escolas quanto do ensino de Biologia ministrado nelas, tendo alguns parâmetros como base.

Ao escolher os instrumentos para coleta de dados de nossa pesquisa, preocupava-nos fazer um planejamento tal a fim de que pudéssemos atender aos nossos objetivos. Daí a importância de se fazer um levantamento sobre que tipos de dados coletar e como viabilizar isso durante a pesquisa. Principalmente no caso da entrevista semi-estruturada esses aspectos são mais relevantes, haja visto que esta representa a fonte principal de dados de que lançaremos mão nesta pesquisa.

Por meio da entrevista, foi objetivo nosso levantar dados sobre a formação profissional das professoras, saber quais os objetivos atribui ao ensino de Biologia e, é claro, detectar quais as relações que estabelecem entre Ciência/ Tecnologia/ Sociedade. Tais temas foram eleitos e privilegiados pelo fato de nos fornecerem dados sobre as concepções sobre Ciência/ Tecnologia/ Sociedade idealizadas e trabalhadas pelas professoras em sua prática pedagógica; além de permitirem o levantamento de elementos que podem ser justificativas para as particularidades, semelhanças ou diferenças encontradas para cada caso. Tratou-se, como afirma THIOLLENT (1985), de explorar o universo cultural próprio de certos indivíduos em referência às capacidades de verbalização específica do grupo ao qual pertencem. Percebemos que as entrevistas não foram simplesmente um trabalho de coleta de informações, mas, sempre, uma situação de interação entre nós e as professoras. Essa interação, muitas vezes, foi beneficiada pelo fato de também termos a mesma profissão e experiência na rede pública de ensino.

Para cada um dos itens apontados acima nos quais a entrevista se centrou, faremos uma descrição dos pontos que julgamos importantes de serem abordados, o que possibilitou uma coleta de dados mais significativa.

Sobre a **formação profissional das professoras**, consideramos os seguintes aspectos: o(s) ano(s), curso(s) e Universidade(s) em que fizeram a graduação e talvez a pós-graduação; os níveis de ensino com que trabalharam ou trabalha,; o número de anos de experiência no magistério; as escolas em que já trabalharam ou trabalham (buscando saber de é da rede pública ou particular, de centro ou de periferia); a participação em cursos de atualização; se já desenvolveram ou desenvolvem atividades de pesquisa em institutos, universidades ou na própria escola; as outras atividades profissionais que exerceram ou exercem, além do magistério; a participação em grupos organizados da sociedade e associações de qualquer natureza; qual a sua expectativa para o futuro, especificamente em relação ao magistério.

Já no referente aos **objetivos do ensino de Biologia** atribuídos pelo professor, obtivemos informações que ilustraram tanto as generalizações presentes no discurso pedagógico sobre a função das disciplinas na formação dos alunos do ensino médio, quanto as particularidades das distintas realidades a serem analisadas, na quais a diferença sócio-econômica e o caráter de ensino (profissionalizante ou não) são aspectos relevantes. Alguns temas, palavras ou expressões presentes no discurso do professor nos serviram como indícios para identificar tais objetivos; como exemplo, citamos: "vestibular"; "formação do cidadão"; "entendimento dos problemas do meio ambiente"; "entender melhor o mundo e a natureza"; "ter conhecimento sobre doenças e como preveni-las"; "compreender como o corpo humano funciona"; "educação ambiental"; "ter conhecimento para atuar mais conscientemente na sociedade" , "sexualidade", etc.

Para identificar as concepções das professoras sobre as **relações entre Ciência/ Tecnologia/ Sociedade (CTS)** e como são trabalhadas em sala de aula, optamos pelo

seguinte procedimento: a partir do relato de experiências concretas vivenciadas pelas professoras dentro da sala de aula ou em outras situações, fizemos, durante a entrevista, algumas interferências que acreditamos possibilitaram a coleta dos dados, elucidando aspectos citados ou desencadeando outros comentários. Tais interferências diziam respeito a:

a) levar as professoras a eleger situações de ensino-aprendizagem em que possamos perceber as possíveis interações CTS estabelecidas, sem impor um tema pré-determinado.

b) exemplos de livros didáticos em que são possíveis estabelecer algumas interações entre ciência/tecnologia/sociedade - temas como microscópio, doenças (verminoses, AIDS e outras parasitoses), engenharia genética, biotecnologia, fermentação.

c) exemplos e dúvidas levados pelos alunos para a sala de aula, procurando nos informar sobre como os mesmos são trabalhados pelo professor e a natureza dessas dúvidas; se são sempre sobre o mesmo assunto, qual a sua possível origem.

d) atividades programadas que constam no plano da escola e/ou planejamentos de ensino elaborados pelas professoras - visitas a fábricas, indústrias, estações de tratamento de água, parques ecológicos, laboratórios de pesquisa em institutos e universidades; além de projetos realizados dentro da própria escola, tais como reciclagem de lixo, sexualidade, feira de ciências. Para essas atividades, verificamos como e por quem é feito o planejamento e o que ocorre após a realização dos mesmos.

e) presença de aulas práticas, de laboratório - procurando evidências sobre a descrição do método de produção do conhecimento científico, a relação teoria e prática, os instrumentos utilizados em aulas de laboratório etc.

São bastante distintas a realidade vivenciada, a bagagem profissional e a metodologia de trabalho de cada uma das professoras , com quem se trabalhou nesta pesquisa;

daí que em cada entrevista houve espaço para questionamentos e discussões específicas sobre o que já havíamos conseguido perceber no material a que já tivemos acesso : livro didático, planejamento escolar e plano de escola.

Desses materiais de que as professoras lança mão, descrevemos as informações presentes nos materiais didáticos sempre na perspectiva de detectar quais as possíveis interações CTS encontradas. Essa descrição foi pautada em referencial teórico, que versa sobre os diferentes níveis de interações que podem existir entre os três elementos dessa trilogia.

Outros aspectos levantados dizem respeito aos planejamentos de ensino.

Os planejamentos de ensino são documentos elaborados pelas professoras e que retratam em parte as perspectivas do trabalho docente, fundamentalmente no que se refere aos conteúdos priorizados, os objetivos de ensino da disciplina, às estratégias de ensino e às formas de avaliação. Apesar de não corresponderem exatamente à realidade de sala de aula e não retratarem, muitas vezes, as concepções das professoras, consideramos que representariam um instrumento válido de cuja descrição poderiam provir aspectos dentro do ensino de Biologia a partir dos quais se detectariam possíveis situações onde se estabelecessem interações entre Ciência/Tecnologia/Sociedade.

Durante a entrevista com as professoras, foram questionados e discutidos alguns desses aspectos detectados nos planejamentos; alguns apareceram em grande parte dos planejamentos e outros foram específicos de determinada escola ( o que pode ser justificado pela categoria de ensino considerada, bem como a sua clientela discente , além da experiência específica da professora). O que estava sendo apontado como possibilidade de interação entre Ciência/ Tecnologia/ Sociedade nos planejamentos foi considerado como ponto-chave no desenrolar da entrevista, bem como na análise do material didático de apoio da professora, com vistas a esclarecer os níveis de tal interação vislumbrados pela professora e que são articulados em sala de aula.

Para o aprofundamento da análise e visando a permitir a exploração maior das relações entre Ciência/Tecnologia/Sociedade identificadas, acreditamos que fosse necessária a escolha de um tema dentro do conhecimento da Biologia que, dentro da área de meu primeiro interesse, seria a Microbiologia.

A escolha da área de Microbiologia para esta pesquisa justifica-se por alguns aspectos, tais como: representa a área de estudo da Biologia com a qual tivemos mais contato durante a graduação, vivenciando a prática de projetos de pesquisa; temos, portanto, uma visão mais ampla dessa área de conhecimento, que transcende o domínio do conhecimento cientificamente aceito e que é transmitido nas Universidades, possuindo critérios mais abrangentes para analisar materiais que se referem a essa área.

Além disso, por um lado, o estudo dos microrganismos, em materiais didáticos, principalmente livros didáticos, perpassa por várias áreas da Biologia, não se restringindo a alguns reinos de seres vivos. Por outro lado, inovações nos conteúdos que vêm sendo tradicionalmente abordados nos livros didáticos relacionam-se intimamente com microrganismos; por exemplo, doenças (Aids, cólera, dengue) e sua relação com a sociedade, por exemplo temas de engenharia genética e biotecnologia.

No entanto, o que parecia se constituir em um tema para foco central em nosso trabalho, acabou não tomando essa dimensão. Pensamos, inicialmente, que o tema Microbiologia pudesse ser priorizado durante as entrevistas com as professoras de nossa pesquisa, a fim de discutir possíveis interações CTS. No entanto, conversas informais realizadas com professores da rede pública, em várias de nossas idas às escolas, nos mostraram que restringir ou eleger um tema para discutir durante a entrevista poderia limitar o alcance de dados encontrados. Isso porque este tema não seria o de maior afinidade para algumas das professoras de escolas de ensino não profissionalizantes; algumas inclusive nem lecionam ou já lecionaram para a série na qual se trataria de microrganismos. Sendo assim, nas entrevistas das escolas técnico-profissionalizantes é que discutimos sobre esse tema, com mais ênfase, abordando por

exemplo, os processos industriais onde estão envolvidos microrganismos ou a importância do estudo dos microrganismos na área de saúde pública.

O tema Microbiologia teve, então, em nossa pesquisa dois papéis principais: no caso dos cursos profissionalizantes, a escolha foi vinculada à presença dessa disciplina ou áreas afins na sua grade curricular. Além disso, para diagnosticar, nos livros didáticos, como são tratadas as relações entre ciência-tecnologia-sociedade, consideramos temas e assuntos que se referiam a microrganismos.

É importante que deixemos bem claro o caminho que seguimos para a análise dos dados coletados nos diferentes momentos desta pesquisa e a partir de fontes variadas. O instrumento principal para coleta de dados foi a entrevista, como já afirmado. Os planejamentos de ensino, os manuais didáticos e as aulas assistidas tiveram um duplo papel: primeiro nos forneceram dados valiosos para discutir com as professoras durante a entrevista; segundo, representaram um contraponto interessante para a análise na qual nos propusemos a identificar as aproximações e os distanciamentos entre a prática e o discurso das professoras.

# O UNIVERSO DA PESQUISA: AS ESCOLAS DE ENSINO MÉDIO

Nesta pesquisa, procuramos entender de que maneiras a Biologia lecionada no Ensino Médio está envolvida com as discussões sobre a relação entre Ciência/ Tecnologia/ Sociedade, particularmente as concepções das professoras e as que estão presentes nos materiais instrucionais de que as mesmas lançam mão. Desde o início do nosso trabalho, acreditamos que seria de fundamental importância que a escolha das professoras, com quem se realizaria a pesquisa, possibilitasse-nos ter elementos que traduzissem a diversidade curricular presente nas escolas de Ensino Médio, particularmente no referente a aspectos sociais e à natureza do curso - se é profissionalizante ou Inciso III .

Sendo assim, achamos pertinente que em nossa pesquisa houvesse professores de escolas públicas situadas no centro da cidade de Campinas e em bairros periféricos, ou que atendam a clientelas que residem em tais regiões. Dessas escolas públicas, entramos em contato com professores que lecionavam no período de manhã/tarde e no período da noite. Professores que lecionavam em escola particular também foram contactados, bem como aqueles que trabalhavam em escolas públicas ou particulares de ensino técnico-profissionalizante que ofereciam cursos na área das Ciências Biológicas.

De acordo com Michelat (1985), numa pesquisa qualitativa só um pequeno número de pessoas é interrogado. São escolhidas em função de critérios que nada têm de probabilistas e não constituem de modo algum uma amostra representativa no sentido estatístico. É, sobretudo, importante escolher indivíduos os mais diversos possíveis. A amostra deve ser constituída a partir de critérios de diversificação em

função das variáveis que, por hipótese, são estratégicas[12], para obter exemplos da maior diversidade possível das atitudes a respeito do tema em estudo.

Para proceder a escolha dos professores foi obtida a relação de todas as escolas vinculadas às quatro delegacias de ensino existentes em Campinas. De posse dessa listagem, foi feito um levantamento de possíveis escolas com quem se realizaria o trabalho e contato telefônico inicial com algumas.

No caso de escolas públicas, procuramos falar com a diretora, a fim de saber da possibilidade de realizar a pesquisa na unidade escolar que administra. Com relação às escolas particulares, o contato era com o coordenador de área que, contudo, necessitava consultar a direção para poder nos dar o posicionamento final. Para ambas as categorias de escolas, fizemos uma explanação geral do projeto de pesquisa, ressaltando que não se trata de uma avaliação do trabalho do professor, que nos propúnhamos a dar um retorno dos resultados da análise, faríamos entrevista com o professor e gostaríamos de ter acesso ao material que utiliza para ministrar o seu curso. Frisamos que objetivamos fazer uma análise do que já vem ocorrendo na rede de ensino no que diz respeito à perspectiva curricular que nos interessa pesquisar, tentando traçar um cenário, com suas limitações e alcances, não especificando que se tratava das relações CTS. Especificamente para as escolas vinculadas à 4ª D.E., foi feita uma consulta junto à Assistente de Apoio Pedagógico de Ciências sobre as escolas de Ensino Médio em que haveria maior abertura por parte da direção para a realização da pesquisa.

Para as escolas técnico-profissionalizantes, o procedimento foi contactar por telefone com todas as constantes nas listagem das quatro delegacias de ensino de Campinas, a fim de nos informar sobre quais delas ofereciam cursos na área de Biológicas - que nas escolas consultadas eram os de Bioquímica, Auxiliar de Enfermagem e Alimentos. Nas que havia, averiguamos a possibilidade de ter acesso à

[12]Por variáveis estratégicas, Michelat entende ser aquelas que, em função das reflexões teóricas e dos estudos anteriores, pode-se estimar como sendo as que desempenham o papel mais importante no campo do problema estudado.

grade curricular dos cursos, no intuito de verificar a existência da disciplina *Microbiologia* - tema específico de interesse nesta pesquisa. Em duas das escolas, a grade curricular pôde ser obtida diretamente com as secretárias. Em uma outra, fizemos contato telefônico com o diretor, que ao saber da natureza do projeto e por conta da vinculação desta escola à Unicamp, pediu-nos para requisitar a grade curricular junto à Secretaria da escola. Em outra, a coordenadora do curso de Bioquímica solicitou que marcássemos uma reunião para maiores esclarecimentos sobre o projeto; após forneceu-nos o material necessário. Vale ressaltar que, também nos casos de escolas técnico-profissionalizantes, as explicações sobre o nosso projeto de pesquisa foram as mesmas fornecidas, por telefone. às diretoras ou coordenadoras das outras escolas.

Foram identificadas quatro escolas de ensino técnico-profissionalizante na cidade de Campinas que oferecem cursos na área de Biológicas: duas oferecem o curso de Auxiliar de Enfermagem, uma oferece o curso de Alimentos e de Auxiliar de Enfermagem, uma outra oferece o curso de Bioquímica.

Nas escolas de Ensino Médio - Inciso III, o trabalho foi realizado junto a professoras de Biologia independentemente da série em que estivessem lecionando. Já nas escolas de ensino técnico- profissionalizante, escolhemos as professoras que lecionavam a disciplina *Microbiologia*, podendo-se fazer alguma comparação com a disciplina *Biologia e Programas de Saúde* integrante do Parte Comum da grade curricular. Optamos por isso, a fim de verificar as possíveis inter-relações que haveria entre essas duas disciplinas: por exemplo, se a Biologia é de cunho mais teórico, e a Microbiologia é mais prática; se o conhecimento discutido na primeira é base , até a nível de profissionalização, para a segunda.

A escolha da escola particular se deu muito pela disponibilidade inicial apresentada pela mesma, com aceitação rápida para o desenvolvimento da pesquisa quando comparada com outras duas com as quais entramos em contato. Foi feita uma reunião com os professores dessa escola, marcada pela coordenadora da área de ciências físicas

e biológicas, para maiores esclarecimentos quanto à pesquisa, de onde uma professora mostrou disposição para colaborar na realização da pesquisa. Uma outra professora desta mesma escola argumentou que acreditava não poder colaborar muito na pesquisa, pois lecionava ali há poucos meses. Comparada à receptividade da maioria dos professores na rede pública, notamos que a professora da rede particular estava mais preocupada com o que seria perguntado na entrevista, além de nos ter afirmado achar estranho alguém assistir às suas aulas.

Em todas as escolas públicas, bem como nas de ensino técnico-profissionalizante, em conversa inicial com os professores, notamos boa vontade e disposição em colaborar na coleta de dados para nossa pesquisa. Alguns até sugeriram que assistíssemos a algumas aulas suas, a fim de que pudéssemos perceber outros aspectos que o planejamento não reflete. De maneira semelhante ao que foi feito com os diretores e coordenadores de área, houve uma sucinta explicação para os professores quanto aos objetivos da pesquisa e procedimento para coleta de dados. Já no primeiro contato, os professores nos forneceram os planejamentos das diferentes séries, bem como alguns materiais que consultam ou adotam para suas aulas.

Em relação às escolas da rede pública de ensino não-profissionalizante, entramos em contato com oito, de regiões distintas da cidade de Campinas. .

Em quatro delas, conseguimos respostas positivas para a realização do trabalho. Em outras duas (uma situada próximo à UNICAMP e outra bem central, tradicional na cidade), as diretoras alegaram serem as escolas bastante visadas para realização de pesquisas de pós-graduação e estágios supervisionados de graduação, havendo, portanto, uma população flutuante já muito grande, o que dificultaria a entrada de mais uma pessoa.

Numa escola pública de região periférica, não havia professor de Biologia quando fizemos o contato. Por fim, uma das escolas contactadas da região central apresenta o Ensino Médio apenas em caráter de supletivo, o que representaria uma variante a mais

na análise dos dados coletados, haja visto que tal modalidade de ensino apresenta suas peculiaridades. Foi uma época bastante intensa de nossa pesquisa, na qual entramos em contato com realidades escolares extremamente diferentes. Durante este período, nas diversas visitas às escolas, pudemos identificar, muitas vezes, as controvérsias que os professores e diretores nos colocam sobre o trabalho de pesquisa na área de Educação e o retorno disso para as escolas.

Nos contatos informais que tivemos com os professores de Biologia que lecionam particularmente nas escolas públicas Inciso III percebemos que muitos deles, ao serem convidados para participar da pesquisa, tendo o seu trabalho como fonte para coleta de dados, salientavam-se a falta de riqueza metodológica que atribuem a seu trabalho, chegando a citar nomes de outros professores da mesma escola ou de outras escolas que julgavam poder contribuir mais com a nossa pesquisa. Antes de procedermos à entrevista ou à descrição dos materiais didáticos e planejamentos, conversamos com vários professores que, mesmo receosos, contaram-nos sobre a sua prática. As informações aí coletadas foram fundamentais para a construção dos instrumentos para coleta dos dados. Foi devido a essas conversas que descartamos a possibilidade de a Microbiologia representar um tema central para as entrevistas, além de confirmar a nossa suposição de que uma possível fonte rica para coleta de dados seria perguntar às professoras a respeito de projetos que desenvolvem nas escolas ou sobre fatos ocorridos dentro da sala de aula.

À guisa de se caracterizar, de uma maneira geral, as escolas com cujas professoras trabalhamos nesta pesquisa, obtivemos algumas informações que serão descritas a seguir. Aproveitaremos, também, para estabelecer a classificação que será utilizada na análise dos dados ou sempre que nos referirmos a determinada escola.

As informações foram obtidas a partir de diferentes fontes, tanto por consulta de documentos ( Planos de Escola ou Plano Diretor) ou por relato oral de pessoas que trabalham nas escolas - diretores e vice-diretores, secretárias, coordenadores de área,

coordenadores de curso de escolas técnico-profissionalizantes, coordenador pedagógico, orientadora educacional. Em algumas escolas, foi-nos mostrado o documento onde consta o levantamento feito para caracterizar a clientela a que atende (renda, procedência, onde fez o ensino fundamental, dentre outras ) e que geralmente está presente no plano de escola. Em outras, a caracterização foi apenas verbal.

O panorama de escolas com as quais trabalhamos pode ser assim representado:

| Escola | Categoria | | Localização | | | | Curso | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Pública | Particular | Centro | | Periferia | | Inciso III | Técnico | | |
| | | | diurno | noturno | diurno | noturno | | 1 | 2 | 3 |
| A | X | | X | | | | | X | X | |
| B | X | | | | X | X | | | | X |
| C | X | | | | X | | X | | | |
| D | X | | | | | X | X | | | |
| E | X | | X | | | | X | | | |
| F | X | | | X | | | X | | | |
| G | | X | | | X | | X | | | |

Cursos Técnicos: 1 - Habilitação Plena de Enfermagem
2 - Habilitação Parcial de Alimentos
3 - Habilitação Plena de Bioquímica

A escola A, situada em bairro central da cidade de Campinas, oferece exclusivamente cursos técnico-profissionalizantes a nível de Ensino Médio , tanto em caráter de habilitação parcial ou plena. Para os cursos diretamente relacionados à nossa pesquisa - Alimentos e Enfermagem , foram considerados somente os cursos com habilitação

plena. A diferença entre habilitação plena e parcial é que esta última não requer o estágio para que o aluno obtenha o certificado de conclusão do curso. Nesta escola os alunos têm oportunidade de fazer cursos de Eletro-eletrônica, Mecânica, Processamento de Dados, além dos dois já citados.

Tem oferecido, também, mais recentemente, cursos pertencentes a uma categoria denominada "Qualificação Profissional 4" - ou complementação técnica ou supletivo - destinados a alunos que já completaram o Ensino Médio, cursando apenas as disciplinas de caráter profissionalizante. Desse grupo, os cursos existentes na escola são Eletrotécnica, Mecânica, Plásticos e Equipamentos Médico Hospitalares.

Atendeu, no ano de 1994, cerca de 950 alunos, que estudam durante todo o dia ou no período da noite. Na sua grande maioria, os estudantes são da cidade de Campinas, havendo, entretanto, os provenientes de Sumaré, Valinhos, Vinhedo, Paulínia, Jundiaí e Mogi-Mirim, dentre outros.

Os cursos do noturno sempre apresentam um ano a mais de duração. No curso de Enfermagem - denominado por nós **A1** - estão matriculados 83 alunos e, no de Alimentos (**A2**), 101 alunos, que estudam no período diurno. De acordo com levantamento realizado por um professor dessa escola, com quem conversamos. a faixa de renda familiar da maioria dos alunos matriculados nesses cursos no ano de 1994 categoriza-os como classe média.[13]

Nesta escola, para termos acesso ao plano diretor, foi-nos solicitado um procedimento burocrático, haja visto que se trata de um documento oficial. Como, já em outras ocasiões nesta mesma escola, a tramitação burocrática nos tomou bastante tempo, informações sobre os projetos desenvolvidos na área de Microbiologia nos cursos técnico-profissionalizantes foram obtidas diretamente com as professoras, ao invés de consultarmos o plano diretor ou de escola, como fizemos nas demais.

---

[13]É necessário esclarecer que utilizamos nesta pesquisa a classificação, quanto à renda familiar, em classe média, alta , baixa ou intermediárias, por ser essa nomenclatura encontrada nos Planos Diretores das Escolas pesquisadas. Então faremos aqui sempre referência a esse tipo de classificação.

No curso **A1**, trabalhamos com a professora que ministra a disciplina de Microbiologia e Parasitologia; além dessa disciplina, leciona Biologia e Programas de Saúde, nesta mesma escola, no mesmo curso e em outros. Em uma outra escola também de ensino técnico, trabalha com Biologia e Programas de Saúde. Fez o curso técnico em Tecnologia de Alimentos nesta escola onde realizamos a pesquisa e trabalha aí há 14 anos como professora, desde a sua graduação como Licenciada em Biologia pela PUC/Campinas. Teve oportunidade de trabalhar em uma indústria, durante o seu curso de graduação e foram os projetos que desenvolveu na indústria que a despertaram para a área com a qual tem mais afinidade, que é a Ecologia. Inclusive tem tentado Mestrado nessa área, sendo que já fez algumas disciplinas na Unicamp, como aluna especial. A professora nos afirmou que a Microbiologia, mais ainda aquela voltada para a área médica, não é o campo da Biologia que mais a atrai. Dedica-se com maior entusiasmo a alguns projetos de Educação Ambiental na escola onde leciona. Esses projetos raramente incluem aspectos da Microbiologia, e nem mesmo são desenvolvidos com a turma de Enfermagem para quem dá essa disciplina. Durante a nossa conversa, percebemos, entretanto, que busca vincular questões ambientais ao conteúdo da Microbiologia.

No curso de Alimentos (**A2**) , a professora é extremamente encantada e entusiasmada com os conteúdos da Microbiologia, pois considera este um campo ótimo a ser explorado, sobre o qual faltam ainda muitas informações. Licenciada em Química, pela USP de São Carlos, em 1970, a professora iniciou a sua carreira no Magistério em 1975, neste mesmo colégio, desde o início trabalhando com o curso de Alimentos, onde leciona conteúdos de Microbiologia. Trabalhou, em anos anteriores, na escola **B**, que também participa de nossa pesquisa.

Paralelamente às aulas, desenvolvia projetos em indústrias, onde participou de vários cursos. Chegou a montar uma técnica para fabricação de picles, que hoje encontra-se patenteada. Não fez cursos de pós-graduação e nem pretende fazer. Apesar de estar

próxima à aposentadoria, a professora nos revelou que não irá ficar parada, e ainda quer continuar trabalhando com a área microbiológica, em cursos ou outras atividades.

Acompanhamos cinco aulas dessa professora.

Na escola **B**, também de ensino técnico-profissionalizante a nível de Ensino Médio, o curso da área de Ciências Biológicas - *Bioquímica* - possibilita ao aluno obter habilitação plena ou parcial. De um total de 1.111 alunos matriculados em diferentes habilitações no ano de 1994, 267 fazem esse curso no período noturno e 291 no período diurno. Os outros cursos oferecidos pela escola são na área de Química e Petroquímica, ambos com habilitações plenas e parciais.

Criada em 16/01/62 e localizada em um bairro periférico da cidade de Campinas (Jardim Santa Mônica), esta escola atende a alunos de diferentes outros bairros e municípios da região vizinha a Campinas, como por exemplo: Cosmópolis, Itatiba, São Paulo, Jaguariúna, Valinhos , Indaiatuba, Sumaré, Paulínia, Rio Claro, Amparo, Monte-Mor, dentre outras. No período diurno, os alunos pertencem a classes sócio-econômicas classificadas como média-média e média-alta. Já no período noturno, são de classe média-baixa e baixa. De acordo com o Plano Escolar (1994), *"a maioria dos alunos matriculados, quase em sua totalidade, pretendem continuar os seus estudos em nível superior sendo que, muitos deles, pretendem fazê-lo nas áreas relacionadas aos cursos que fazem e outros pretendem se profissionalizar para custear os seus estudos, a nível superior, embora não tenham definido ainda uma área de interesse."*

Tanto a escola **A** com a **B** são instituições vinculadas a universidades estaduais paulistas.

Nesta escola **B**, tivemos a oportunidade de contactar uma professora que também gosta muito da área de Microbiologia, se mostrando bastante estimulada com o trabalho que faz e com as condições oferecidas pela escola. Além da disciplina Microbiologia, leciona Biologia e Programas de Saúde para o curso de Química.

A professora formou-se em Licenciatura Plena em Biologia na PUC-Campinas em 1984. Anteriormente foi aluna do curso de Bioquímica na escola em que atualmente trabalha. Antes de lecionar trabalhou como auxiliar de Laboratório em Instituto de Pesquisa e como técnica de Laboratório em uma Indústria ; na própria escola onde atualmente leciona, era técnica no laboratório de Química. Tem pretensões em fazer o curso de pós-graduação na área de Microbiologia. Assistimos a cinco aulas dessa professora, inclusive acompanhando uma de suas turmas a uma visita a Estações de Tratamento de Água.

No que se refere às escolas públicas de ensino não profissionalizante, iniciaremos a descrição de dados das situadas em bairros periféricos.

A escola **C**, fundada há dezesseis anos, situa-se no início da Vila Padre Manuel da Nóbrega, sendo vizinhos os bairros Jardim Garcia, Castelo Branco e Jardim Londres. Além de atender à população desses bairros, abrange alunos que residem no Jardim Florence, Jardim Ipaussurama, Jardim Roseira, Jardim Satélite Íris e Parque Itajaí. São, portanto, alunos de classe média-baixa e baixa.

Estão matriculados cerca de 1800 alunos, em turmas desde o ciclo básico de alfabetização até a terceira série do Ensino Médio - Inciso III. O Ensino Médio é oferecido em dois períodos: pela manhã e à noite.

No plano escolar de 1994, são propostos projetos a serem desenvolvidos na área de ciências, atendendo aos diferentes níveis de ensino. São apontadas visitas a parques ecológicos, um projeto sobre Ecologia e Lixo e outro sobre Horta, além da Feira de Ciências.

Nesta escola, trabalhamos com uma professora que leciona no período da manhã, para classes de primeiro e segundo anos. É também professora de Ciências para a 7ª série, nesta mesma escola. Formada pela PUC em Licenciatura Plena e Bacharelado em Biologia , este último terminado em 1991. Leciona há 6 anos, somente em escolas pertencentes à rede estadual de ensino.

Seu Bacharelado, por coincidência, é em Microbiologia, e a professora tem um interesse mais voltado à área de Análises Clínicas, tanto que fez a sua Especialização nesta área. Já trabalhou anteriormente em Laboratório de Análises Clínicas em um hospital. De sua vivência nesse laboratório é que veio o interesse em se especializar nessa área. Tem buscado, como muitos professores da rede oficial de ensino, caminhos para uma maior satisfação profissional, principalmente em termos de remuneração; daí a professora pensa em ir lecionar em escolas particulares ou mesmo em trabalhar fora de sala de aula. Um aspecto que realça em sua entrevista é o quanto gosta da área de Biologia.

A outra escola (**D**) com a qual entramos em contato, situada à região periférica de Campinas, atende a 1828 alunos e oferece apenas cursos de Ensino Médio - Inciso III, em três períodos do dia (manhã, tarde e noite). Localizada no bairro São Bernardo, esta escola atende a uma população que varia de classe média, média -baixa e baixa. Recebe alunos de diversas regiões de Campinas, como por exemplo Jardim Aurélia, DICs, Jardim Garcia, Vila Pompéia, Bonfim e Cambuí. Foi bastante frisado, nesta escola, que o nível sócio-econômico e de conhecimento dos alunos caiu muito devido à suspensão do exame para entrar no Ensino Médio - o vestibulinho.

Em projetos especiais previstos no plano escolar para o ano de 1994, nota-se que, relacionado à área de Ciências, são programadas visitas a parques ecológicos e excursões. Há também programado um Festival de Música e de Grupos de Dramatização, cujo tema de inspiração é o Combate à AIDS. Um outro projeto existente refere-se à reciclagem de lixo (encontra-se em estudos).

Nesta escola, trabalhamos com uma professora que leciona no período da noite para classes de primeira e segunda séries do Ensino Médio. Formada em Ciências Biológicas - Modalidade Médica na Unicamp em 1983, a professora fez o seu Mestrado também nessa Instituição, no período de 1985 a 1989, na área de Fisiologia e Biofísica. Durante nossa conversa, mostrou-se extremamente descontente com as condições de

trabalho nas escolas públicas, pretendendo voltar a lecionar em escolas particulares ou em Faculdades. Gostaria de fazer o Doutorado, mas no momento isso não está nos seus planos mais imediatos. Disse-nos : *"Atualmente, eu estou tentando sobreviver, sabe? O meu maior interesse é sobreviver. As coisas estão muito difíceis neste país."*

Em relação às unidades escolares situadas no centro da cidade de Campinas, ambas são padrão[14] e oferecem vagas em classes desde o Ciclo Básico de Alfabetização até a terceira série do Ensino Médio.

Promovida a Escola Estadual de Primeiro e Segundo Graus em 28/01/76, a escola **E**, situada no bairro Taquaral, atende a cerca de 2800 alunos provenientes de diversas regiões de Campinas. No período diurno, os alunos são residentes de regiões próximas à escola; já no período noturno, a clientela é constituída por alunos que trabalham nas proximidades da mesma. Quanto à classe social, existem alunos de classe média e média-baixa.

As classes de Ensino Médio funcionam nos períodos diurno e noturno. Dentre as ações planejadas para as essas séries, há visitas ao Bosque dos Jequitibás, à Lagoa do Taquaral, a Laboratório de Pesquisas da Unicamp e USP (se possível), à Serra do Japi. Constam também experimentos e participação em aulas práticas e realização de trabalho de campo para observação, coleta de materiais e dados.

Nesta escola, trabalhamos com uma professora de Biologia que leciona no período da manhã, também com classes de primeiro e segundo anos. A professora formou-se em Biologia na PUC-Campinas em 1985, quando terminou seu curso de Licenciatura Plena. Já trabalhou, antes de lecionar, em Instituto de Pesquisa e em um hospital, ambos com a parte de pesquisa. Leciona desde 1988 somente na rede pública estadual

[14]O projeto educacional "Escola-Padrão"da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo é parte da implantação de um programa de reforma profunda do ensino público, como indica o decreto nº 34.035, de 22 de outubro de 1991. A instituição desse tipo de escola tem como finalidade, no discurso oficial: recuperar o padrão de qualidade de ensino ministrado nas escolas públicas; modernizar a escola pública, tornando-a apta a fornecer o estudo, a pesquisa, o estímulo à discussão e a posse de todos os conhecimentos disponíveis na atualidade; preparar o aluno para o acesso aos níveis mais elevados de compreensão da realidade social e das formas de intervenção nessa realidade; utilizar novas tecnologias educacionais.

Apesar de sua experiência maior ser com aulas de Biologia, em algumas ocasiões foi professora de Química e Matemática. Suas perspectivas futuras seriam a pós-graduação na área de Imunologia e a tentativa de ingresso no Magistério Superior, haja visto que o trabalho na rede pública de ensino está muito sem perspectivas de melhoria. Assistimos a seis aulas dessa professora.

A escola **F**, situada no bairro Guanabara, oferece também vagas em quatro séries para o curso de Magistério. Atende, em todos os níveis de ensino, a uma clientela de classe média, média-baixa e baixa, provenientes de bairros bastante variados tais como Vila Nova, Castelo, Santa Genebra, Santa Mônica, Barão Geraldo, além do próprio Guanabara. Atende a 1820 alunos, uma clientela que, segundo informação presente no plano diretor (1994), é *"diferenciada em relação ao conjunto da rede de ensino público e que coloca como aspiração maior o acesso ao ensino universitário."*

Há classes de Ensino Médio tanto no período da manhã quanto à noite, para as quais são planejadas e executadas algumas ações, que na área de Ciências são: laboratório de Química, Física e Biologia; integração escola-comunidade alertas para problemas de comportamento do jovem de hoje, compreendendo palestras sobre prevenção e orientação contra drogas, prevenção de câncer de mama e cólo de útero, AIDS na escola e doenças sexualmente transmissíveis; estudo do meio - visita a locais de importância científica, paralela aos conteúdos desenvolvidos: Serra do Japi, Leco Campinas, Sanasa Campinas, Estação Ciência em São Paulo e Feira de Ciências. Existe, também, ação que valoriza o conhecimento científico-cultural, planejada objetivando que o aluno conheça autores de livros e tomando consciência de quão importantes são os livros didáticos e paradidáticos.

A professora com quem trabalhamos nesta escola é bastante entusiasmada com o ensino e gosta demais de trabalhar com os seus alunos de primeiro ano do Ensino Médio, pois julga que representam uma boa clientela. Formada em Licenciatura Plena em Biologia na PUC- Campinas, instituição aonde também fez o seu Bacharelado em

Zoologia. Tem perspectivas de continuar se aperfeiçoando, e talvez tentar um Mestrado.

Tem uma referência muito forte de que a qualidade do ensino em escolas públicas advém de algumas características que incorporam da rede particular, onde também trabalha. Denomina a escola pública onde trabalha desde 1991 como sendo *"considerada a escola particular da rede estadual"*. A nossa experiência vivenciando a realidade das escolas públicas e as da rede particular nos conduz a indicativos de que os fatores que a escola pública tenta implantar na sua realidade, em busca de uma suposta melhor qualidade, são a estrutura burocrática, o poder de controle sobre as atitudes dos alunos, a hierarquia institucional presentes nas escolas particulares.

A escola **G** é a única da rede privada de ensino com que trabalhamos nesta pesquisa. Atende a 1500 alunos, de classe média ou média-alta, que residem nas proximidades da escola, localizada no bairro Cidade Universitária - distrito de Barão Geraldo.

Oferece vagas desde o infantil até o Ensino Médio - inciso III, com classes que funcionam no período da manhã e da tarde. Dentre os projetos desenvolvidos na escola, na área de Biologia, a coordenadora da área ressaltou os relacionados ao laboratório e aulas práticas.

Trabalhamos nesta escola com uma professora que leciona no período da manhã, para classes de primeiro ano. A professora formou-se na USP- São Paulo, em 1971, onde cursou Ciências Físicas e Biológicas, sendo licenciada nessa área. Trabalha atualmente em escolas da rede pública e particular, lecionando aulas da disciplina Biologia. Depois de formada, trabalhou com pesquisa em Institutos na área de Biologia Marinha e Virologia Vegetal. Optou pela carreira do magistério em detrimento da área de pesquisa, pois na época era a que dava maior retorno financeiro na sua área. Tem também experiência no magistério Superior. Acompanhamos quatro aulas dessa professora.

# CAPÍTULO III

# OS PLANEJAMENTOS DE ENSINO E AS RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA/ TECNOLOGIA/ SOCIEDADE

## *- Descrição dos Planejamentos de Ensino -*

Numa análise inicial dos planejamentos das escolas de ensino Inciso III, percebemos diferenças significativas quanto à quantidade de conteúdo de Biologia abordada nas diferentes séries, dependendo se a escola é pública ou particular, de centro ou periferia. Na escola **C**, o planejamento é bastante resumido. A professora desta escola nos disse, em entrevista, que coloca os conteúdos que, com certeza, irá trabalhar, o que consegue fazer no tempo disponível, bem como o que julga ser importante para a clientela com que trabalha. Já na escola **G**, há uma gama enorme de conteúdos, abrangendo extensivamente todo o conteúdo tradicional de Biologia; quantidade de conteúdos similar, mas não tão extensa, também é encontrada nas escolas **D** e **F**. Todas essas escolas têm em comum o objetivo de preparar o estudante para o Vestibular.

Nas escolas **A** e **B** , por serem técnico-profissionalizantes, os planejamentos considerados são somente os da disciplina de Microbiologia, e apresentam um caráter completamente diferente das demais escolas, nos quais o enfoque à técnica é bem forte. Esse enfoque mais técnico não elimina a existência de uma ênfase em um extenso conteúdo científico básico, que é bastante acentuada na escola **B**. Em nossa opinião, a existência, no planejamento dessa escola, de tópicos que aprofundam aspectos mais teóricos sobre Microrganismos vai ao encontro da informação que obtivemos quanto à grande demanda de alunos que fazem o curso técnico nessa escola, mas pretendem

prestar o vestibular. Com isso, é garantido a eles um conteúdo informacional maior, quando comparado com a escola **A**.

Para todas as escolas que participaram desta pesquisa, não existe nenhum planejamento que priorize o estabelecimento de interações entre Ciência/ Tecnologia/ Sociedade. Contudo, na apresentação dos objetivos, bem como no rol de conteúdos listados, podemos verificar na maioria dos planejamentos possíveis fontes de discussão sobre conceito de ciência e de tecnologia, das relações entre tecnologia e sociedade, entre ciência e tecnologia e entre ciência e sociedade. Apenas na escola **E** não foi percebida alguma alusão a possíveis relações entre Ciência / Tecnologia/ Sociedade.

Dando continuidade a esta descrição, apontaremos, a seguir, observações que representam destaque dentro dos planejamentos de ensino no que se refere ao tema em estudo.

Por exemplo, há uma explícita valorização de aspectos técnicos no planejamento da escola **C**, quando se afirma que um dos objetivos do ensino de Biologia da 1ª série do ensino médio seja *capacitar o aluno para que identifique métodos e técnicas em Citologia (microscópio, técnicas de esfregaço, técnica de esmagamento e cortes, fixação e coloração)*. Tal observação também é válida para as escolas **A** e **B**. Na escola **G**, há uma referência explícita à correlação entre o avanço tecnológico e o progresso da Citologia, cujo entendimento representa um dos objetivos que o aluno da 1ª série do ensino médio deva atingir.

Um outro ponto observado é a valorização de uma concepção centrada na experimentação sobre o método de trabalho da ciência. Este deve ser compreendido e aplicado pelo aluno em situações de seu dia-a-dia, como mostra o planejamento da escola **G**, tanto ao traçar os objetivos do ensino de Biologia para seus alunos: - *conhecer e aplicar o método científico; desenvolver a capacidade de: analisar, comparar, classificar, sintetizar, avaliar, abstrair e generalizar cientificamente*; como ao estabelecer o papel do professor durante o curso no qual tentará *desenvolver a*

*capacidade de o aluno obter, a partir das condições dadas, resultados em situações novas, utilizando um método dedutivo.*

Estes objetivos em nada diferem daqueles divulgados pelos movimentos inovadores do ensino de Ciências da década de 60, que priorizavam a aprendizagem do que se julgava ser o método de produção do conhecimento nas áreas científicas, fornecendo uma visão descontextualizada da ciência em relação aos fatores sociais, políticos e econômicos.

GOUVEIA (1992) aponta a implementação de projetos que incentivavam o uso do método experimental como uma das características das propostas para se resolverem os problemas de qualidade do ensino de ciências nas década de 60 e 70, como uma proposta para participação mais ativa do aluno no processo ensino-aprendizagem que, no entanto, privilegiava a lógica da ciência à do pensamento do aluno.

Uma outra faceta que pode nos possibilitar visualizar aspectos sobre concepção ou de ciência, ou tecnologia e/ou de suas relações é por meio das aulas práticas de laboratório - procedimento apontado nos planejamentos das escolas **D** e **F**. Também em assuntos como Origem da Vida - *A evolução da controvérsia entre os adeptos da abiogênese e da biogênese,* ou em Citologia - *A doutrina celular*, ambos apontados no planejamento da escola **G**. A existência de projetos de trabalho nessa escola para a efetivação de aulas em laboratório parece ir ao encontro das perspectivas de inovação também da década de 60, já apontadas no parágrafo acima.

A discussão sobre doenças causadas por microrganismos e que afetam diretamente a sociedade, dando um enfoque especial à AIDS, tem destaque nos planejamentos das escolas **D**, **E**, **F** e **G**. A ênfase é na informação sobre tais doenças, ressaltando as formas de transmissão e medidas profiláticas. Também no que se refere a doenças, a escola **A1** (curso de Enfermagem) e **G** destacam ciclos de vida de vermes parasitas, o que não é apontado nos planejamentos das outras escolas que, quando tratam do assunto sobre

vermes, atêm-se à sua caracterização biológica morfológica e à sua classificação segundo os critérios científicos estabelecidos pela Biologia.

Já dentro do que existe nos planejamentos sobre avaliação dos alunos, chamou-nos atenção o fato de que, na escola **C**, é proposto um fórum sobre estudo dirigido que, dependendo de como é conduzido, pode exigir do aluno alguma tomada de decisão sobre aspectos relativos à Biologia e Sociedade, ou mesmo possibilitar discussões de pontos de vista diferentes dentro da Biologia sobre aspectos éticos, dentre outros.

Nas escolas **A** e **B** , de caráter profissionalizante, os programas de disciplina ou planos de ensino nos possibilitaram visualizar mais claramente e mais diversificadamente relações entre Ciência/Tecnologia/Sociedade.

Nessas duas escolas, a disciplina de Microbiologia pertence a elenco das disciplinas que compõem a Parte Diversificada do Currículo do Curso Técnico. Excetuando para o curso de Auxiliar de Enfermagem, os demais têm como pré-requisito a disciplina Biologia e Programas de Saúde, pertencentes à Parte Comum do Currículo. No caso da escola **B**, além desse pré-requisito, existe uma outra disciplina denominada Técnicas Biológicas. Também nesta escola, a disciplina Microbiologia integra-se com Processos Microbiológicos.

Nos objetivos da disciplina em **A1**, por exemplo, *o aluno deverá relacionar os microrganismos com diversas doenças e reconhecer a importância desse conhecimento para a área médico-hospitalar, principalmente na questão de assepsia e esterilização de materiais e equipamentos médico-cirúrgicos.* Interpretamos que a proposta da disciplina gera a possibilidade de, a partir do conhecimento científico sobre microrganismos que causam doenças e as técnicas para sua eliminação , chegar-se a uma atuação social importante na área médico-hospitalar. Observando-se o rol de conteúdos listados e organizados em 4 unidades, nota-se enfoque primordialmente no conteúdo científico básico, com pouca ênfase em técnicas - microscopia na 1ª unidade; esterilização, desinfecção e antibióticos na 4ª unidade. Há bastante destaque para

doenças. Procuramos investigar quais são os aspectos relativos à interação Ciência/ Sociedade via tecnologias - remédios e outras medidas profiláticas - que são evidenciados. Por exemplo: acessibilidade, custo, assim como discussões a respeito da existência de saneamento básico, campanhas de prevenção, população caracterizada atingida pela doença, aspectos da indústria farmacêutica etc.

Já no curso de Alimentos (**A2**) , predomina-se um caráter fortemente técnico, priorizando-se os procedimentos fundamentais para o trabalho prático de laboratório na Microbiologia. *Técnicas específicas de trabalho e caracterizar, reconhecer, empregar microrganismos nos diferentes trabalhos tecnológicos* são objetivos que destacamos nessa disciplina. O curso é dividido em 4 unidades : duas de Microbiologia Geral, uma de Microbiologia Industrial e uma de Fermentações Industriais. Nesta última unidade, são realizados vários procedimentos como o exame microbiológico da água e de alimentos enlatados, o preparo de iogurtes, de picles, de chucrute e de processamento de alimentos, cujos produtos derivados estão bastante presentes na sociedade atual.

Algumas questões nos surgiram à guisa de serem investigadas durante a entrevista com a professora que leciona nesta escola, pois somente com a leitura dos planejamentos não nos foi possível identificar suas respostas : A técnica se encerra em si mesma? Qual a relação estabelecida entre as técnicas e o conhecimento científico? Que aspectos são considerados quando se tratam de assuntos que envolvam os processos tecnológicos para fabricação dos produtos citados no planejamento? O enfoque na técnica tem um caráter de ilustração, de ponto de partida para discussão, de agente problematizador e/ou de determinante dos conhecimentos científicos a serem aprendidos? Alguns desses aspectos serão retomados em um próximo capítulo, quando apontarmos as impressões captadas na entrevista.

No que diz respeito à escola **B** (ponto em comum com a escola **A**) , há uma extrapolação do fornecimento de conhecimentos sobre técnicas biológicas, para um aprendizado sobre equipamentos. Dentro dos objetivos educacionais da disciplina, podemos ve-

rificar que um deles apresenta caráter fortemente de capacitação técnica - *treinar técnicas de manipulação com culturas bacterianas* - e um outro no qual percebemos uma interação entre ciência, tecnologia e aspectos sociais: *fornecer conhecimentos teóricos e práticos sobre os microrganismos, sua relação e importância nas diversas áreas da microbiologia, tais como: saneamento de meio ambiente, saúde e pesquisas em laboratório.* O curso está dividido em onze unidades, sendo que inicialmente algumas apresentam caráter fortemente teórico e outras fortemente técnico. Mas, a partir da metade do curso, o conhecimento e o contato com as técnicas advém posteriormente a uma apresentação do conhecimento científico, como exemplo de uma aplicação, salientando a importância de tais técnicas. Nessa escola **B**, não há referência a aprendizado de alguns processos específicos de fermentação microbiana, tanto na área industrial ou de saúde, como nos cursos da escola **A**. Isso pode ser justificado pela integração que existe entre a Microbiologia e a disciplina *Processos Microbiológicos* lecionadas nesta escola **B**. Para cursar a disciplina Microbiologia, os alunos têm que cumprir dois pré-requisitos: a disciplina *Biologia e Programas de Saúde* - na qual são abordados os conhecimentos científicos básicos sobre células e doenças microbianas - e a disciplina *Técnicas Biológicas* - abrangendo o estudo sobre o microscópio e as técnicas de coloração.

# OS MATERIAIS DIDÁTICOS E AS RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA/ TECNOLOGIA/ SOCIEDADE

## *- Descrição dos Materiais Didáticos -*

A descrição que nos propomos a fazer neste capítulo tem como objetivo mostrar sucintamente as diferentes possibilidades das inter-relações entre Ciência/ Tecnologia/ Sociedade (CTS) presentes nos materiais didáticos citados pelas professoras, apontando parâmetros que acreditamos indicar alguns dos elementos característicos do trabalho das professoras em sala de aula.

A identificação nesses materiais de exemplos das possíveis interações CTS nos forneceram, inicialmente, elementos dos quais lançamos mão para a organização da entrevista.

Posteriormente, à medida em que íamos procedendo a descrição das relações CTS encontradas nos materiais didáticos, pudemos identificar o quão próximas ou distantes se achavam das informações derivadas da análise das entrevistas. Julgamos que os dados oriundos dos materiais didáticos forneciam elementos interessantes para um contraponto com o discurso das professoras, dentro do tema de investigação proposto.

Para todos nós que trabalhamos no Ensino Fundamental e Médio é evidente a influência que o livro didático exerce no ambiente escolar, e com o qual alguns de nós, professores, travamos uma luta para nos livrarmos de uma dependência com bases histórico-culturais.

Sendo um recurso didático que a grande maioria dos professores utiliza, pretendemos também com a descrição das relações CTS, a realizar-se neste capítulo, fornecer ao leitor um panorama, mesmo que superficial, quanto aos tipos de interação que se encontram mais presentes e quanto aos principais conteúdos dos livros didáticos e outros materiais onde se estabelecem tais relações. Acreditamos que uma análise detalhada das concepções presentes nos materiais instrucionais seja fundamental antes da elaboração de quaisquer propostas de atividades que tentem ser incorporadas no currículo escolar. Mesmo num âmbito maior, se estivermos pensando em uma perspectiva de inovações no ensino de Biologia, que envolva elementos de uma discussão sobre as relações CTS, a análise de materiais didáticos poderá ser extremamente útil para não incorrermos em uma repetição e sedimentação das concepções já existentes e para as quais já existem alguns trabalhos que tecem críticas e expõem as limitações de suas abordagens.[15]

Dentre os materiais didáticos adotados ou consultados pelos professores, foram levantadas e serão aqui descritas cinco coleções de livros didáticos, organizadas em volume único ou em três volumes, além de três apostilas de aulas práticas ou teóricas, utilizadas por professoras das escolas técnicas.

Para esta pesquisa, foi considerado como material didático utilizado pelas professoras das escolas técnicas as apostilas de aulas teóricas e/ ou práticas citadas por elas ou apresentadas nos planos de curso das disciplinas que lecionam. Essas apostilas apresentam um conteúdo bastante diferenciado dos livros didáticos adotados nas escolas com Ensino Inciso III, também pesquisadas por nós, como pode ser observado no Anexo 1. No rol de conteúdos, podemos identificar como tópicos que existem em comum entre esses dois universos escolares apenas: Microscopia; Morfologia e Fisiologia de Microrganismos (basicamente bactérias) ; Fermentação. Dentro do próprio

[15]Ver AIKENHEAD, Glean S. (1990); GASKELL, P. James (1982); GARDNER, Paul (1994); McCONNELL, Mary C. (1982); SOLBES, J. & VILCHES, A.( 1989).

universo das escolas técnico-profissionalizantes, as apostilas têm em comum os assuntos relativos às técnicas básicas de Microbiologia : coloração; preparo de meios de cultura; esterilização e assepsia; microscopia; preparo de lâminas; testes microbiológicos[16].

Na escola **A1**, a professora utiliza, em suas aulas teóricas, uma apostila de sua autoria, elaborada em 1988. A própria professora, em sua entrevista, já tece algumas críticas a esse material, deixando claro que não reflete como são as suas aulas, durante as quais ocorrem discussões que a simples leitura da apostila não traduziria. Diz ela:

*" (...) então eu catei uns livros de bacteriologia e parasitologia, porque inclusive não tem nenhuma publicação a nível de segundo grau, só tem a nível de terceiro grau, peguei os livros Otto Bier, e montei alguma coisa e ela acabou ficando. Eu faço algumas coisas diferentes, mas a apostila acaba ficando, porque eu acabo não tendo tempo para reestruturá-la. (...) Existem coisas que a gente trabalha, muito embora não tenha naquela apostila. Não tendo na apostila, a gente tenta mostrar."*

Essa apostila contém, em sua parte final, uma pequena bibliografia na qual a autora se baseou para elaborá-la e que pode servir de referência para os alunos se quiserem aprofundar seus conhecimentos.

Já a apostila de aulas práticas, a professora a caracteriza muito mais como sendo um relatório de aula prática. O aluno só recebe por escrito os objetivos e os procedimentos a serem seguidos; a parte de introdução, resultados, discussão e conclusão, é ele quem faz. A apostila de aulas práticas foi elaborada pela própria professora em 1990. Não inclui uma bibliografia de apoio para a elaboração do relatório.

---

[16]Os testes descritos variam de acordo com a natureza do curso técnico. Então, para o curso de enfermagem, há uma preocupação com testes para identificação de microrganismos na urina, mãos, fezes, ar. Já para o curso de Alimentos, há destaque para os testes de identificação de microrganismos em alimentos enlatados, leite, picles etc. Os testes descritos e realizados na disciplina Microbiologia do curso de Bioquímica têm características mais próximas às do curso de Alimentos. Então, descreve testes para análise microbiológica do leite, picles. Em todos os cursos há destaque para a análise microbiológica da água.

Na escola **A2**, a professora utiliza uma apostila única, escrita em co-autoria, apresentando partes teóricas e práticas sem muita distinção, tanto na diagramação do texto quanto para a aquisição de informações sobre determinado assunto. Em alguns casos, a execução da prática é que leva o aluno à compreensão de determinado conteúdo; a aula prática não é, então, desvinculada da teoria, sendo-lhe apenas reforço, mas é parte fundamental para o entendimento do conteúdo que se está discutindo. Isso ocorre quando se objetiva que o aluno aprenda determinada técnica, e ele irá aprendê-la fazendo. Há uma série de referências bibliográficas ao longo de todo o texto da apostila.

Para a escola **B**, o material instrucional escrito escolhido para esta pesquisa restringiu-se à apostila de aulas práticas que a professora elaborou. O roteiro para todas as aulas traz Título da Aula, Materiais utilizados e os Procedimentos a serem realizados. Não inclui referências bibliográficas.

Tivemos a oportunidade de, junto com a professora, assistir a um filme que costuma passar e discutir com os seus alunos. O filme é uma produção de funcionários da própria escola, e versa sobre o "Sistema de Tratamento de Água Cantareira", em São Paulo. Neste caso, além do material impresso que a professora utiliza, consideramos que a apresentação dos dados derivados desse filme são extremamente significativos para ilustrar uma riqueza, que não pôde ser percebida na leitura de sua apostila. Com a professora dessa escola tivemos a oportunidade de entrar em contato e participar de maneira mais próxima de seu trabalho o que nos ofereceu condições de identificarmos particularidades de sua prática pedagógica que a apostila, por si só, não deixa transparecer.

No grupo de livros didáticos, das cinco obras de que lançamos mão na coleta de dados, três delas são coleções com três volumes e duas delas apresentam o conteúdo de Biologia do Ensino Médio em um volume único.

A seguir apresentaremos características gerais dos livros adotados ou indicados pelas professoras nas diferentes escolas pesquisadas. Apontamos, no Anexo 1 , o

conteúdo relacionado a microrganismos presente nesses livros e que foram por nós considerados para esta pesquisa.

A professora da escola **C** utiliza, para dar suas aulas, um livro de Biologia volume único cuja edição data de 1993. Na Apresentação, os autores explicam a natureza de seu livro, *"conciso e atualizado"*. Trata-se de volume único, contendo todo o conteúdo convencional de Biologia para o Ensino Médio, organizado em unidades. A professora não pede aos alunos que comprem o livro; é uma de suas fontes de referência para dar aula.

Num primeiro momento, o que destacou para nós foi o adjetivo **moderna** que acompanha a Biologia no título desse livro didático. Isso nos levou à busca de uma explicação que, em nossa opinião, é dada pelos autores nos seguintes termos: as revistas de divulgação científica têm surtido mais efeito junto aos leitores do que os livros didáticos, daí a necessidade de se criar uma linguagem no livro didático que aproxime mais o leitor da informação científica.

Sendo assim, afirmam os autores : "tentamos escrever um novo curso de Biologia rico em exemplos e comparações, tratando também de alguns aspectos polêmicos, dilemas e incertezas com que se defronta a ciência na atualidade." (AMABIS & MARTHO, 1993).

Já a professora da escola **D** utiliza uma coleção de livros didáticos em três volumes para dar suas aulas. Indica-o como referência para o aluno, que não é obrigado a comprá-lo. Este livro tem última edição em 1990.

Na apresentação do volume 2 de sua obra didática, os autores destacam que o livro deva continuar sendo "uma ferramenta útil para nosso colega professor, na sua tarefa de fazer o seu aluno pensar cada vez mais 'biologicamente' " (JUNIOR & SASSON, 1990). Percebe-se aqui um objetivo que considera primordial ao se ensinar Biologia que seria o aluno adquirir um modo de pensar cientificamente.

Para a apresentação do volume 3 de sua coleção, os autores referem-se a aspectos de tecnologia, que destacaremos. Afirmam:

> Não podia faltar nesta obra uma referência a técnicas como as da Engenharia Genética, motivo que nos levou à inclusão do capítulo 13 (**Microrganismos e Biotecnologia**). Na sua primeira parte, são descritos brevemente bactérias e vírus; em seguida, são explicadas algumas das técnicas usadas em biotecnologia, que estão promovendo uma revolução na ciência da Biologia. (JUNIOR & SASSON, 1990)

Esta frase já nos permite identificar, pelo menos na apresentação do livro, um indicativo de interação entre ciência e tecnologia, que seria o desenvolvimento tecnológico causando mudanças grandes dentro da aquisição do conhecimento científico. Pelo que pudemos levantar das concepções presentes no corpo do texto do livro didático, essa interação entre Ciência e Tecnologia não apareceu novamente.

O livro de Biologia, adotado pela professora da escola **E**, foi editado em 1992 e apresenta em unidades, organizadas em volume único, todo o conteúdo tradicionalmente presente nos programas curriculares de Biologia para o Ensino Médio. Nas aulas desta professora, às quais assistimos, notamos que os alunos tinham o livro e acompanhavam nele as aulas.

Na apresentação do material didático aos leitores, o autor destaca que ordenou os conteúdos, iniciando pela Ecologia, pois considera uma maneira mais fácil e atraente. Além desses atributos, de acordo com o autor, a seqüência adotada "possibilita um estudo mais coerente, lógico e atual da Biologia." (FONSECA, 1992). No que diz respeito à atualidade, o que podemos deduzir é que os encartes sobre Aids e Cólera, situados na última parte, é que justificariam esse atributo dado pelo autor ao seu livro.

A professora da escola **F** tem como referência para suas aulas uma coleção de livros didáticos, organizados em três volumes, editada em 1994. Os alunos não compram esses livros.

Na apresentação que o autor faz desta coleção de livros, justifica que para o Ensino Médio, acredita que o melhor caminho para o estudo da Biologia é a adoção de uma seqüência que permita ao aluno um contato com os níveis crescentes de complexidade em que o mundo vivo se organiza.

Também na apresentação que faz de sua obra, o autor passa uma concepção da Biologia como uma "ciência viva, que se renova a cada geração, exibindo um aumento notável no patrimônio dos conhecimentos adquiridos. " (PAULINO, 1994).

Explicitamente expõe uma determinada concepção de ciência, que seria a busca de novos conhecimentos que respondam dúvidas da humanidade e que, de acordo com o autor, tais descobertas são fundamentais e necessárias para a sobrevivência do homem: "Trata-se de uma ciência portadora de um profundo dinamismo, rica em descobertas e que se torna cada vez mais capacitada na busca de respostas para as inúmeras indagações existentes e para aquelas que sempre deverão surgir." (PAULINO, 1994)

A respeito de que enfoques haverá em sua obra, o autor afirma:

> Um ensino atualizado de Biologia não pode ficar indiferente às conquistas científicas e às perspectivas a elas vinculadas. Por isso, os três volumes desta coleção trazem, num suplemento especial[17], em cores, alguns temas ligados à ecologia, à biotecnologia, à saúde pública. Entre outros, podemos citar artigos sobre Aids, engenharia genética, cultura de tecidos, efeito estufa, inverno nuclear e os acidentes de Chernobyl e Goiânia (...). (PAULINO, 1994)

Tais temas representam uma abertura para discussões que envolvam aspectos relativos às relações CTS; entretanto, a probabilidade de ocorrerem tais discussões é sensivelmente diminuída, à medida que constatamos que os textos encontram-se no fim do livro, como algo suplementar, que não faz parte do texto descritivo do livro didático, e para o qual não é feita qualquer referência. Além do mais, os textos servem apenas para leitura, sem quaisquer orientações ou questões para reflexão sobre seu conteúdo.

[17]O suplemento denomina-se **Biologia Acontecendo**.

A professora da escola **G** adota e utiliza em suas aulas uma coleção de livros didáticos, organizados em três volumes, editada em 1994. Os alunos têm o livro, e acompanham nele as aulas, como pôde ser verificado durante as aulas a que assistimos.

Na Apresentação de sua obra, a autora aborda alguns aspectos dos quais destacamos a ênfase que dá ao crescimento da Biologia na atualidade enquanto uma ciência de potencial: "O conteúdo foi atualizado de modo a contemplar o crescente desenvolvimento da área biológica, um dos campos do conhecimento que mais tem ampliado suas fronteiras atualmente." (LOPES, 1994). É comum em alguns capítulos a existência de textos para leitura complementar. Ao longo de todos capítulos, verifica-se a presença de quadros-resumos "inseridos em pontos estratégicos do texto, com o intuito de facilitar a fixação de tópicos, importantes da matéria." (LOPES, 1994). Tais quadros-resumos trazem marcadamente nomes a serem memorizados, bem como conceitos estanques.

## *1. Descrição das Interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade Presentes nos Materiais Didáticos*

Quando pensamos em descrever os aspectos sobre as relações entre Ciência/ Tecnologia/ Sociedade encontradas nos livros ou manuais didáticos de Biologia do Ensino Médio, tendo como foco a área de Microbiologia, procuramos verificar inicialmente os conteúdos referentes aos tópicos de SERES VIVOS (Reinos Monera, Protista e Fungi). No entanto, alguns aspectos referentes a microrganismos também puderam ser identificados em ítens de GENÉTICA, devido à utilização desses seres vivos em experimentos clássicos dessa área da Biologia, bem como dentro da Engenharia Genética cujos avanços têm sido destacados nos dias atuais, tanto que os livros já

dedicam textos complementares ou capítulos específicos para sua discussão[18]. Há também referências aos microrganismos no capítulo destinado a discutir ECOLOGIA, com destaque à sua função de decompositores de matéria orgânica e a sua conseqüente participação em fenômenos de interesse social como a poluição de águas; em exemplos de interações com outros seres vivos, bem como no seu papel na ciclagem de nutrientes, particularmente na de nitrogênio. Assuntos dentro do tema de CITOLOGIA por sua vez têm relação com o estudo dos microrganismos, como por exemplo na discussão sobre técnicas citológicas , instrumentos e aparelhos (principalmente o microscópio), bem como nos tópicos que se referem a metabolismo celular, particularmente processos de fermentação. Também foi objeto de análise os capítulos que se referem à ORIGEM DA VIDA, pois acreditamos que aí possam ser encontradas informações diversas do nascimento da ciência Microbiologia e discutidos alguns de seus aspectos históricos. No caso das apostilas usadas pelas professoras das escolas técnicas, todo o conteúdo que elas apresentavam foi-nos objeto para a descrição das inter-relações CTS presentes.

Passaremos, neste momento, a descrever, de forma comparativa, quais conteúdos estão presentes nos diferentes livros didáticos .

Nas coleções com 3 volumes, guardadas as particularidades de cada uma, que podem ser identificadas nas tabelas presentes no Anexo 1 , é possível estabelecer uma panorâmica geral quanto à distribuição dos diferentes conteúdos nos três volumes, onde já se verifica uma homogeneização dos tópicos trabalhados. Isso, para nós, pode ser considerado, em parte, como fator explicativo quanto à pouca diversificação em exemplos das possíveis inter- relações CTS ao compararmos um mesmo tema nas diferentes obras.

[18]Recente lançamento de livro didático de Biologia traz, dentro da Unidade de Genética, capítulos denominados *Engenharia Genética* e *Genética e Biotecnologia na Sociedade Contemporânea.* O livro adotado na escola D, como já apontado anteriormente traz algumas discussões sobre Engenharia Genética dentro do capítulo *Microrganismos e Biotecnologia.*

Nessas coleções de livros didáticos ( adotadas nas escolas **D, F e G**), o primeiro volume destina-se aos conhecimentos da área de Citologia. Dentro dos tópicos presentes nos livros, pelo fato de ter sido aonde se identificaram as associações, de alguma maneira, à Microbiologia, foram importantes para este trabalho a Microscopia - técnicas, funcionamento e aperfeiçoamento de aparelhos, e sua relação com a ciência Citologia; o Metabolismo Celular, particularmente a fermentação; e Origem da Vida - basicamente a dualidade Biogênese x Abiogênese.

Na coleção de livros didáticos adotada na escola **F**, ocorre uma diferenciação no padrão descrito anteriormente, pois não aborda tópicos referentes à Microscopia, e aqueles que se relacionam à Origem da Vida são discutidos no volume 3 da coleção - associado à Genética e Evolução. Todas as coleções apresentam textos complementares e outros tipos de apêndices, cujo conteúdo também foi objeto de nossa investigação nesta pesquisa, na perspectiva de identificarmos possíveis relações CTS.

O segundo volume dessas coleções centra-se na discussão sobre Seres Vivos - morfologia, anatomia e fisiologia. Desse volume, atemo-nos à investigação sobre os conteúdos relativos aos microrganismos: vírus, bactérias, algas, protozoários, fungos. Sem dúvida, nesses conteúdos é que encontramos maior quantidade de informações nas quais identificamos as relações CTS. No entanto, em contraponto à quantidade grande de informações, encontra-se uma padronização acentuada entre os diferentes autores, o que não acarretou uma grande diversificação quanto às relações CTS encontradas. Particularmente para o livro adotado na escola **G**, havia as informações presentes em textos complementares, que também foram consideradas.

O terceiro volume dedica-se aos tópicos de Genética, Evolução e Ecologia. Para todas as coleções, em tópicos relativos à relação Homem- Natureza, particularmente, a respeito de poluição, fizeram-se alusões a microrganismos. Um outro tópico presente em duas coleções e que foi nesta pesquisa utilizado diz respeito aos Ciclos Biogeoquímicos, especificamente o ciclo de nitrogênio.

A coleção de livros didáticos da escola D torna-se inédita nesse volume, quando comparada com as demais coleções, pois traz um capítulo específico sobre Microrganismos e Biotecnologia, aprofundando-se em algumas questões que também são encontradas em outras coleções, mas apenas em textos complementares ou em pequenas citações no próprios capítulos que compõem o corpo central do livro.

As coleções de livros didáticos que se apresentam em volume único ( livros adotados na escola **C** e **E**), têm os conteúdos praticamente idênticos aos das coleções com três volumes; ao invés de em volumes, aqui são apresentados em unidades. Essas duas coleções de volume único, quando comparadas com as demais, inovam na seqüenciação do conteúdo, pois ambas iniciam com tópicos de Ecologia. Apesar de serem coleções em que o conteúdo é apresentado de forma condensada, isso não decorreu em pobreza quanto as interações CTS encontradas com mais freqüência quando comparadas com as coleções de três volumes. Consideramos que a ausência, nesses livros de textos, de leituras ou atividades complementares possa ser um dos interferentes para uma menor diversidade nas interações CTS exploradas pelos autores.

Na leitura dos capítulos desses livros e apostilas, atentamos para a presença de expressões que contivessem as palavras **ciência, tecnologia (ou técnica) e sociedade**, encontrando-se, nenhuma referência explícita a suas inter-relações. Partimos, então, para detectar indícios que nos permitissem verificar tais relações, caminho este que empreendemos para a análise de livros didáticos por ocasião do nosso exame de qualificação, no qual pudemos identificar os alcances de tal metodologia.

Resultados sobre análise do tema interações entre Ciência/ Tecnologia/ Sociedade em livros didáticos de Física e Química foram obtidos por pesquisadores espanhóis, sendo uma interessante referência que trata desse aspecto. Em suas análises SOLBES & VILCHES (1989, 1992), constataram os seguintes aspectos: a maioria dos livros didáticos não realiza um tratamento das relações Ciência/ Tecnologia/ Sociedade; não mostram as implicações sociais, culturais, econômicas da ciência; não aborda o

papel que a ciência exerceu e exerce na modificação da sociedade e os problemas que disso derivam; não mostra o papel exercido pela ciência ao longo da história da humanidade; não aparece a ciência como fruto de trabalho coletivo: não contribui para a formação de alunos como futuros cidadãos preparando-os para tomadas de decisões; não promove a criticidade, dentre outros.

Para os livros analisados escolhidos nesta pesquisa, tais conclusões também são aplicáveis. No entanto, acreditamos que alguns tipos de interações são perceptíveis ao longo do texto, embora, até certo ponto, encontram-se subentendidas.

Os autores espanhóis utilizaram-se de um modelo rígido de parâmetros para sua análise, impossibilitando-os de encontrar aspectos relativos ao tema de interesse, mas que não necessariamente se encaixassem dentro do padrão pré-estabelecido.

No nosso caso, procuramos levantar as situações propiciadas pelo livro didático e descrevê-las dentro da ótica de como traduzem as relações entre Ciência/ Tecnologia / Sociedade. É de total concordância, entretanto, que não há ênfase na exploração dessas relações em todos os manuais didáticos aqui considerados.

Dependendo dos parâmetros de descrição que são derivados da investigação com livros didáticos, pode-se passar a falsa impressão de que não existe nada sobre o tema que se está investigando, principalmente se este for atual ou considerado inovador no tratamento que é dado aos conteúdos de Ciências. O contato com os livros didáticos e o exercício de investigação a que nos propusemos durante a elaboração do material para o exame de qualificação foi imprescindível para tentarmos construir um modelo que nos permitisse identificar as diferentes relações CTS, em seus gradientes mais diversificados, tanto as de um nível mais primário quanto as que possibilitam ter uma visão abrangente e uma contextualização mais real, principalmente da ciência e da tecnologia.

## *1.1. Relações entre Ciência e Tecnologia nos Materiais Didáticos*

No referente à descrição das possíveis interações entre Ciência e Tecnologia, lançaremos mão neste momento das quatro possíveis posições adotadas por Gardner (1994) , em seu artigo , ao analisar alguns currículos de Ciências. Adotar tal classificação é extremamente pertinente, no nosso ponto de vista, uma vez que reúne de modo conciso as diferentes interfaces entre Ciência e Tecnologia discutidas num plano teórico, por vários autores. Por outro lado, esta classificação foi construída para análise de material instrucional, o que vai ao encontro de nosso objetivo. É importante destacar que adotamos uma classificação que estamos julgando adequada, após ter sido feita toda uma investigação e descrição particularizada de cada um dos materiais didáticos. Representa, antes de tudo, uma possibilidade que consideramos interessante, para apresentar os nossos dados.

Gardner (1994) deriva da análise de materiais instrucionais utilizados em cursos de Ensino Médio e Superior na Inglaterra, quatro possibilidades básicas que não têm caráter de superioridade hierárquica ou de verdade uma sobre a outra. Denominamo-las:

**Possibilidade 1**: a ciência precede a tecnologia - tecnologia como aplicação da ciência.

**Possibilidade 2** : a ciência e a tecnologia são independentes.

**Possibilidade 3** : a tecnologia precede a ciência - visão materialista.

**Possibilidade 4** : a tecnologia e a ciência engajam-se em interações de mão dupla.

No quadro 1 são apresentados os dados sobre as possíveis interações entre Ciência e Tecnologia encontradas durante a leitura dos materiais didáticos. Ele tem, para nós, uma dupla função: identifica quais os tipos de interações entre Ciência e Tecnologia são mais comuns, bem como aponta em quais assuntos ou conteúdos ocorrem tais abordagens. Optamos em indicar neste quadro apenas os números que representam cada uma das possibilidades (1, 2, 3 ou 4). Listamos também os assuntos onde predominantemente evidenciam-se tais relações entre Ciência e Tecnologia.

À primeira vista, podemos notar o quanto a **possibilidade 1** é predominante em relação às demais, o que nos leva a perceber a difusão dessa visão hierárquica, na qual a tecnologia é derivada do conhecimento científico, e situada em um plano inferior, sendo posterior e dependente da ciência. Apesar de não ser errônea essa idéia, a visão hierárquica é inadequada para descrever todas as relações que existem entre ciência e tecnologia. Deixa, também, transparecer uma super-valorização da ciência, quando comparada com a tecnologia.

Comparando-se as escolas de ensino Inciso III e técnico-profissionalizantes, percebemos que para as primeiras prevalece a abordagem da relação entre Ciência e Tecnologia nessa perspectiva, embora ocorra também nas apostilas das escolas técnicas.

No Anexo 2, são apresentados extratos dos materiais didáticos que fornecem ao leitor exemplos de algumas relações entre Ciência e Tecnologia encontradas por nós, dentro da perspectiva apontada pela possibilidade 1. Vemos, então, um exemplo que leva ao entendimento da tecnologia restrita a um princípio científico ( como no caso do microscópio) ; um exemplo que conduz a uma percepção limitada dos objetivos da educação tecnológica ( caso dos objetivos de aulas práticas da escola **A1)** ; um exemplo da utilização de tecnologia no trabalho científico; um exemplo que trata com superficialidade a conversão de um conhecimento científico em tecnologia, dentre outros.

## Quadro 1 - Possíveis Relações entre Ciência e Tecnologia Identificadas nos Materiais Didáticos e os Assuntos onde Ocorrem com Maior Freqüência

| RELAÇÕES C/T / TEMAS | LD-Escola C | | | | LD-Escola D | | | | LD-Escola E | | | | LD-Escola F | | | | LD-Escola G | | | | AP-Escola A1 | | | | AP-Escola A2 | | | | AP-Escola B | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Funcionamento do Microscópio | X | | | | X | | | | X | | | | | | | | X | X | | | | X | | | X | | | | | | | |
| Microscópio e Citologia | | | X | | | | X | | | | X | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | |
| Microscópio e Microbiologia | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | X | | | | X | X | X | | | | | |
| Técnicas de Microscopia | | | X | | | | | | | | X | | | | | | | X | | | X | | | | | X | X | | | | | |
| Fermentação | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | X | | | | | | | | | X | X | X | | | | |
| Vacinação | X | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | |
| Rotação de Cultura e Adubação Ver | X | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Biotecnologia | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Engenharia Genética | | | | | X | X | | X | | | | | X | | X | | X | | | | | | | | | | | | | | | |
| Técnicas de Microbiologia | X | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | X | | X | | X | X | | | X | | | |
| Funcionamento de Autoclave | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | |
| Antibióticos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | |
| Exame de Alimentos Enlatados | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | |
| Exame Bacteriológico da Água | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | X | | |
| Tratamento da Água | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | |

1. Ciência Precede Tecnologia
2. Ciência e Tecnologia são Independentes
3. Tecnologia Precede Ciência
4. Tecnologia e Ciência são Inter-dependentes

Apresentaremos um desses exemplos, a título de enriquecimento da leitura. Os demais exemplos podem ser verificados no Anexo 2. É muito comum reconhecer nos livros didáticos a concepção de Tecnologia como derivada do conhecimento construído pela Ciência quando ao se falar sobre Tecnologia (neste caso um instrumento), ela reduzida a um dos princípios científicos presentes. Vejamos:

*"A diferença entre os microscópios óptico e eletrônico é que neste último não é utilizada a luz, mas sim feixes de elétrons acelerados. As lentes do microscópio eletrônico não são de vidro, mas sim espécies de bobinas, chamadas de lentes eletromagnéticas". (LD Escola C)*

A própria estrutura do texto dos materiais instrucionais colabora para a sedimentação dessa visão hierárquica, haja visto que a menção a tecnologias aparece quando se quer demonstrar aplicação de conhecimentos sobre processos bioquímicos, genéticos e de hábitos de vida dos microrganismos, em indústrias de laticínios ou na fabricação de vinagres.

Quanto à perspectiva de Ciência e Tecnologia serem Independentes (**possibilidade 2**), no quadro 1 só apontamos os aspectos que se associam à tecnologia, pois todos os manuais didáticos utilizados para coleta de dados nesta pesquisa, predominantemente enfocam o conhecimento científico, dando-lhe caráter de independência da tecnologia, apresentando uma história e método de trabalho próprios e com exemplos de descobertas consideradas importantes, citando os respectivos ilustres cientistas por elas responsáveis. Interessou-nos, aqui, apresentar as poucas ocasiões em que se conseguiu fugir desse tipo de abordagem, enfatizando alguns aspectos da tecnologia.

As escolas técnico-profissionalizantes distinguem-se das demais no tratamento que dão à tecnologia, apontando suas particularidades e distinguindo-a do campo científico, por exemplo, pelos métodos diferentes que a tecnologia utiliza. Tal possibilidade de interação entre Ciência e Tecnologia encontra maior discussão nos cursos técnicos,

particularmente na escola A2, através de assuntos mais comuns de serem encontrados nos livros didáticos - como no tema microscopia ou em assuntos específicos da área técnica como por exemplo exames microbiológicos da água e alimentos enlatados.

A interação entre Ciência e Tecnologia, na qual a segunda precede a primeira (**possibilidade 3**), é encontrada em número bem menor quando comparada com as anteriores. No caso das escolas de ensino Inciso III, o exemplo característico dessa possibilidade refere-se à importância do aperfeiçoamento do microscópio para o desenvolvimento da Citologia. Nas escolas técnico-profissionalizantes, notamos a existência de uma diversidade de exemplos, embora o anterior também ocorra.

Se a possibilidade 3 aparece raras vezes no texto, a concepção de uma interação entre Ciência e Tecnologia em mão dupla (**possibilidade 4**) é praticamente inexistente nos manuais didáticos utilizados nas escolas de ensino médio - inciso III, e mesmo no curso técnico-profissionalizante oferecido nas escola **A1** e **B.**

Devemos destacar aqui o material didático utilizado pela professora na escola **A2**, que no item fermentação, explora em situações bastante diversificadas essa possibilidade de interação entre Ciência e Tecnologia, fato que não pode ser verificado apenas pela leitura do quadro. Pelo que o quadro apresenta, os materiais didáticos utilizados nas escolas **A2** e **D** são os únicos que apresentam essa possibilidade de interação entre Ciência e Tecnologia, na qual elas são consideradas inter-dependentes. Entretanto, enquanto o livro didático da escola **D** cita apenas um exemplo (relacionado à Engenharia Genética), a apostila utilizada na escola **A2** esbanja exemplos dentro do tema Fermentação, durante o qual os autores relacionam a escala da indústria e a da ciência; salientam quais são as modificações que o processo industrial necessita para utilizar os procedimentos característicos da ciência; discutem que problemas surgidos na produção industrial de fermentados são pontos de partida para o desenvolvimento de projetos de pesquisa na área científica. Trechos dos livros e apostilas que ilustram esses exemplos podem ser vistos no Anexo 2.

De uma maneira geral, verificamos que o enfoque preponderante sobre as relações entre Ciência e Tecnologia identificados nos materiais didáticos tem relação estreita com a categoria de ensino nas escolas de ensino médio: se, por um lado, nas escolas de ensino inciso III, detectamos a **possibilidade 1** como a mais encontrada, por outro lado as escolas técnico-profissionalizantes tendem a explorar mais as **possibilidades 2 e 3** (no que diz respeito à tecnologia). Quer dizer, nas escolas técnico-profissionalizantes existem possibilidades apontadas pelos manuais didáticos de discutir sobre aspectos diversificados da tecnologia, que não simplesmente os que são derivados da ciência. Entretanto, também nessas escolas é identificado no material que utilizam uma certa despreocupação em explorar facetas variadas da produção do conhecimento científico, bem como aprofundar as informações dele derivadas.

Em contrapartida, mesmo de uma maneira distorcida, os materiais instrucionais utilizados nas escolas de ensino Inciso III deixam transparecer exemplos de história da ciência, método científico, concepção de ciência e cientista, a ciência institucionalizada etc, o que é bem menos rico nos manuais da outra categoria de ensino.

Enquanto que nas escolas de ensino técnico-profissionalizantes a concepção de tecnologia transmitida pelos materiais instrucionais dimensiona-a, algumas vezes, como processos utilizados na indústria, laboratórios ou outros campos, com uma dinâmica própria, incluindo marketing, financiamentos, etc, nos livros didáticos utilizados nas escolas com ensino Inciso III a tecnologia é reduzida à sinonímia de técnica ou aparelho ou instrumento.

Ao contrário do que ocorre nas escolas de ensino técnico, geralmente a tecnologia no material das escolas de ensino Inciso III é apenas citada no texto ou ilustrada , ocorrendo ocasionalmente a explicação de alguma técnica ou a descrição de um equipamento ou do seu funcionamento. Mais raro ainda é a sugestão para a execução de alguma dessas técnicas pelos alunos. Mesmo quando são apresentados aspectos relativos à tecnologia que fogem da possibilidade 1, eles têm uma disposição periférica na organização do texto do livro didático situando-se no fim do capítulo ou unidade, no fim do livro através de apêndices ou anexos , ou em quadros à parte do texto central, que e, geralmente, nem são explorados nos exercícios propostos pelos autores. Têm, portanto, caráter de ilustração.

## *1.2. Relações entre Ciência e Sociedade nos Materiais Didáticos*

No que se refere às interações entre Ciência e Sociedade identificadas nos materiais didáticos, as seguintes possibilidades foram extraídas a partir da leitura do material:

**Possibilidade 1**: Apropriação do Conhecimento Científico pela Sociedade - basicamente em assuntos relativos à Saúde

**Possibilidade 2** : Relação Utilitarista do Homem com os Microrganismos

**Possibilidade 3** : Saúde e Contexto Sócio-Econômico

**Possibilidade 4** : Ciência e Interesses Econômicos

**Possibilidade 5** : Impacto do Desenvolvimento Científico sobre a Sociedade

O Quadro 2 reúne as informações de quais dessas possibilidades são as mais comumente trabalhadas pelos diferentes materiais didáticos, bem como dentro de quais assuntos. É evidente, quando se analisa o quadro, o quanto a ênfase que se dá nas relações entre Ciência e Sociedade se resume às possibilidades **1** e **2**.

Quando lemos os materiais didáticos, percebemos que uma justificativa para o aprendizado de um volume de informações estanques, desarticuladas, ricas em nomenclaturas, é o fato de tal conhecimento ser de importância fundamental na área médica, tanto nos dias atuais, quando o fora em épocas passadas, auxiliando na cura de diversas doenças causadas por microrganismos. Essa necessidade de mostrar a importância do conhecimento científico que deveria ser apropriado para o entendimento e combate a doenças é o enfoque central de todos os materiais instrucionais utilizados nas escolas com ensino Inciso III.

Acreditamos que os cursos técnico-profissionalizantes, por já estarem ligados intimamente à área industrial ou à de saúde, não apresentam a necessidade desse reforço

em textos escritos, apesar de que não é um enfoque completamente inexistente. No entanto, a leitura do material nos leva a crer que a vinculação com uma profissão e a prática social dela derivada são justificativas suficientes dos autores para o aluno adquirir a informação científica, com um volume de conteúdo sensivelmente menor do que aquele apresentado nos livros didáticos utilizados na outra categoria de ensino.

A perspectiva de ressaltar a importância dos microrganismos para a vida do homem, particularmente para a obtenção de produtos diversificados, é também muito enfatizada em todos os materiais instrucionais. Os livros didáticos, para despertar o interesse do leitor para o estudo dos microrganismos, encerram ( ou raramente iniciam ) assuntos sobre esses seres vivos, destacando a sua importância para o homem, quer seja na área industrial, médica, ecológica, farmacêutica. É um tratamento extremamente antropocêntrico que percebemos estar ligado ao desenvolvimento dos conteúdos sobre microrganismos, o que vem a reforçar as idéias já transmitidas por livros didáticos utilizados no ensino fundamental.

As possibilidades **3, 4** e **5** são extremamente raras e pontuais, diluídas em uma apresentação mais tradicional do conteúdo, não sendo enfoques explicitados ou recorrentes nas obras investigadas. No Anexo 2, apresentamos extratos dos materiais didáticos que ilustram essas diferentes possibilidades. Os assuntos onde mais freqüentemente encontramos citações relacionam-se à área de Saúde - doenças causadas por microrganismos e a importância dos microrganismos.

A leitura do material didático utilizado nos cursos técnico-profissionalizantes permitiu que víssemos o papel que os autores atribuem ao conhecimento científico para o contexto do ensino a que se destina, ou seja levar o aluno à compreensão do seu futuro trabalho como técnico. Nos materiais utilizados por todas as escolas técnicas essa perspectiva é bem evidente.

## Quadro 2 - Possíveis Relações entre Ciência e Sociedade Identificadas nos Materiais Didáticos e os Assuntos onde Ocorrem com Maior Freqüência

| RELAÇÕES C/S / TEMAS | LD - Escola C | | | | | LD - Escola D | | | | | LD - Escola E | | | | | LD - Escola F | | | | | LD - Escola G | | | | | Apostila /Esc. A1 | | | | | Apostila /Esc. A2 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Doenças Causadas por Vírus | X | | | | | X | | | | | X | | | | | X | | X | | | X | | | | | | | | | | | | | |
| Doenças Causadas por Bactérias | X | | | | | X | | | | | X | | | | | X | | | | | X | | | | | X | | | | | | | | |
| Doenças Causadas por Protozoários | X | | | | | X | | | X | | X | | | | | X | | | | | X | | | | | | | | | | | | | |
| Importância das Bactérias | | X | | | | | X | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | X | | |
| Importância das Algas | | X | | | | | X | | | | | | | | | | X | | | | | X | | | | | | | | | | | | |
| Importância dos Fungos | | X | | | | | X | | | | | X | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | X | | |
| Pasteur e as práticas de Assepsia | | | | | X | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | |
| Ação das Bactérias sobre o Meio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | |
| Informação Científica e Profissão | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | X | | | |

1. Apropriação do Conhecimento Científico pela Sociedade
2. Relação Utilitarista do Homem com os Microrganismos
3. Saúde e Contexto Sócio-Econômico
4. Ciência e Interesses Econômicos
5. Impacto do Desenvolvimento Científico sobre a Sociedade

## *1.3. Relações entre Tecnologia e Sociedade nos Materiais Didáticos*

A apresentação dos dados sobre as relações entre Tecnologia e Sociedade organizados a partir da leitura dos materiais instrucionais pode ser vista no Quadro 3. Este quadro, como os demais, apresenta as diferentes possibilidades dessa interação, identificadas e extraídas por ocasião da leitura do material, bem como os assuntos em que foram evidenciadas.

As diferentes possibilidades levantadas têm os seguintes significados:

**Possibilidade 1** - Tecnologia e a Melhoria das Condições de Vida da População

**Possibilidade 2** - Produtos Tecnológicos e sua Utilização pela Sociedade

**Possibilidade 3** - Tecnologia e Aspectos Econômicos

**Possibilidade 4** - Aquisição e Aprendizagem de Termos Técnicos, Técnicas, Procedimentos e Processos Tecnológicos.

Se compararmos o Quadro 3 com os demais, perceberemos que ele é muito menos rico em exemplos e as ocorrências de alusões à relação entre Tecnologia e Sociedade são muito mais esporádicas e pontuais. Em um dos livros, por exemplo o utilizado na escola E nem foi identificada essa relação entre Tecnologia e Sociedade. Podemos atribuir essa situação ao fato de ser pouco comum abordar quaisquer aspectos relativos à tecnologia em livros didáticos destinados ao público de escola com ensino Inciso III. A recente introdução de temas ou capítulos que abordam discussões a respeito de Biotecnologia e Engenharia Genética é que vem introduzindo alguns exemplos que possibilitam ao leitor o contato com aspectos de tecnologia.

Escolhemos um trecho que permitirá ao leitor compreender uma das possibilidade de interação entre Tecnologia e Sociedade:

*"Diversos tipos de bactérias produzem substâncias de interesse do homem e vêm sendo utilizadas em escala comercial, principalmente por indústrias farmacêuticas e de alimentos. Nesses casos, o próprio programa genético delas é aproveitado. Há algum tempo, as bactérias têm sido reprogramadas geneticamente através de técnicas de manipulação genética (...)"* (LD - Escola G)

Já de primeira vista, percebemos que a possibilidades **4** é exclusiva dos cursos técnico-profissionalizantes. Aqui é interessante ressaltar que a relação com a sociedade se dá pelo vínculo com o futuro trabalho dos alunos, onde possivelmente lançarão mão desse aprendizado em tecnologia. Esse é um enfoque bastante característico nos materiais das escolas **A1** e **B**, no que diz respeito à relação entre Ciência e Sociedade.

Os assuntos escolhidos para a organização do quadro de apresentação dos dados são muito gerais e isso pode incorrer em um erro de interpretação, que devemos aqui esclarecer. O material utilizado pelas escolas de ensino técnico-profissionalizante é bem mais rico em exemplos de relações entre Tecnologia e Sociedade do que o identificado pela análise do Quadro 3. O fato é que esses exemplos variam dentro de um mesmo tema ou assunto, no caso: fermentação, contaminação microbiana. No material utilizado pela escola **A2**, por exemplo, ao discutirem sobre fermentação os autores apresentam sub-itens onde tratam dos fatores econômicos em fermentação, de fermentações industriais, além da abordagem de aspectos sobre a produção de fermentados largamente utilizados na sociedade e com particularidades para o Brasil - caso da aguardente de cana; vinho; cerveja; vinagre - associando os métodos de produção com interesses de mercado como preço, tipo de embalagem a ser usada, durabilidade do produto.

No Anexo 2, apresentamos outros trechos dos diferentes materiais didáticos que acreditamos ilustrarem o que foi agrupado dentro de cada uma das possibilidades sobre as relações entre Tecnologia e Sociedade.

## Quadro 3 - Possíveis Relações entre Tecnologia e Sociedade Identificadas nos Materiais Didáticos e os Assuntos onde Ocorrem com Maior Freqüência

| RELAÇÕES T/S / TEMAS | LD-Escola C | | | | LD-Escola D | | | | LD-Escola E | | | | LD-Escola F | | | | LD-Escola G | | | | AP-Escola A1 | | | | AP-Escola A2 | | | | AP-Escola B | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Engenharia Genética | | | | | X | | X | | | | | | X | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | |
| Biotecnologia | | | | | X | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Saúde | | | | | | | | | | | | | | X | | | X | | | | X | | | | | | | | | | | |
| Sulfas e Antibióticos | | X | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contaminação Microbiana | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | X | | | | |
| Esterilização e Assepsia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | X | X | | | | |
| Poluição de Água | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fermentação | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | |
| Tratamento de Água | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X |
| Prática Profissional do Técnico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | X | | | | X |

1. Tecnologia e Melhoria das Condições de Vida da População
2. Produtos Tecnológicos e sua Utilização pela Sociedade
3. Tecnologia e Aspectos Econômicos
4. Aquisição de Conhecimentos sobre termos Técnicos e Aprendizagem de Técnicas, Procedimentos e Processos Tecnológicos

# CAPÍTULO IV

# AS RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA/ TECNOLOGIA/ SOCIEDADE NO DISCURSO E NA PRÁTICA DAS PROFESSORAS

Inicialmente, consideramos importante esclarecer o caminho metodológico que escolhemos para analisar os dados. Coletamos informações de fontes variadas, a fim de compreendermos melhor o trabalho das professoras e identificarmos como as relações entre Ciência/ Tecnologia/ Sociedade aparecem no ensino de Biologia, quer seja no discurso quer na prática das professoras. Escolhemos a entrevista e o planejamento de ensino como as fontes que nos possibilitariam identificar no discurso quais são os aspectos do trabalho pedagógico das professoras. Já os elementos da prática das professoras foram levantados dos manuais didáticos e das aulas a que assistimos. Será a partir das informações obtidas nas entrevistas que faremos a comparação com as informações levantadas nas outras fontes de dados.

As informações que as professoras nos passaram por ocasião das entrevistas permitiram-nos perceber que algumas características do seu discurso se distanciam ou aproximam daquilo que identificamos que fazem através dos dados colhidos dos livros didáticos que utilizam e , também em alguns casos, pelas aulas a que assistimos. Sendo assim, no decorrer deste texto, estaremos apresentando as aproximações e distanciamentos entre o discurso e a prática das professoras.

Para nortear a análise das entrevistas, pareceu-nos imprescindível que escolhêssemos um dos três elementos presentes na trilogia Ciência/ Tecnologia/ Sociedade; esse elemento também deveria nos possibilitar inter-relacionar os diferentes dados. Então, durante a leitura de todas entrevistas, procuramos identificar as concepções que eram

explícitas ou subjacentes à fala das professoras quanto a aspectos de uma **Sociedade**, que a caracterizassem mesmo que parcialmente. Optamos por fazer neste texto uma análise geral do que encontramos em todas as escolas, não citando extratos das entrevistas. Os trechos das entrevistas que serviram de base para nossa discussão encontram-se no Anexo 3.

Aspectos relacionados à sociedade identificados na fala de todas as professoras posssibilitam-nos vislumbrar uma concepção de sociedade como *"o que acontece lá fora"*. Essa concepção está presente tanto no discurso das professoras de escolas com ensino Inciso III como nas técnico-profissionalizantes. O "mundo lá fora" é então trazido para dentro da escola, para o ambiente de sala de aula, através de assuntos discutidos na sociedade, qualificada pelas professoras como moderna e atualizada.

Os caminhos pelos quais o mundo externo invade a sala de aula são por meio de artigos de jornal, revistas, discussões posteriores a visitas a locais diversos, dúvidas dos alunos sobre o que viram na TV ou derivadas da prática profissional de alguns.

Ao encarar a sociedade como um mundo externo à escola, a discussão sobre algumas de suas características em aulas de Biologia é justificada pelas professoras por ser esta sociedade altamente cientificizada e tecnológica, como nos apontam as professoras das escolas **E** e **G**. Mas em contrapartida, para as professoras das escolas **C** e **E**, essa mesma sociedade é bastante alheia ao conhecimento científico. Para as professoras, a ciência é, ao mesmo tempo, componente dessa sociedade caracterizando-a, como também é fonte de conhecimento esclarecedor sobre diferentes fatores da vida social.

Uma outra razão apontada pelas professoras das escolas **A1, B, C e F** seriam os problemas relacionados ao meio ambiente e à saúde pública que afligem essa sociedade e que merecem algum tipo de abordagem em sala de aula. Realizam, então, discussões de temas sobre poluição, tratamento de água e esgoto, verminoses, viroses e drogas. São aspectos da sociedade que reconhecem a existência e que procuram discutir ou tentar

resolver através de informação, passada pela própria professora ou outras pessoas, ou mesmo em estratégias como fórum de debates realizado em sala de aula.

Por exemplo, a professora da escola **B** realiza palestras, prestação de serviço a comunidades carentes e mesmo um trabalho junto com a comunidade, pretendendo levar à conscientização e intervenção em uma realidade específica, a partir de estudos realizados na escola. É uma das raras possibilidades que ela dá aos seus alunos de interpretação e intervenção. Com isso visa a uma modificação da realidade, porém sem concretizá-la, não conduzindo a ações concretas do aluno. É um trabalho, inclusive, que a professora faz juntamente com outros professores, participando de um projeto curricular proposto pela escola. Com isso, vê-se como é importante que haja oportunidades de os professores interagirem com outros profissionais, tendo o usufruto de condições de trabalho e apoio da direção da escola.

Já a professora da escola **C** conduz as discussões de temas mais ligados à sociedade - saúde pública, em particular - juntamente com a professora de Sociologia, por meio de um fórum de debates. Ressaltou, entretanto, que com a utilização dessa estratégia não tem obtido resultados produtivos, e que vem se restringindo a transmitir para os alunos, de forma expositiva, as informações que domina. Na opinião da professora o fórum de debates não está sendo produtivo para o aprendizado dos alunos porque, por um lado, eles não se interessam em buscar informações a respeito do tema escolhido (aborto e drogas, por exemplo). Por outro lado, a biblioteca da escola não oferece uma bibliografia mais diversificada. A professora nos contou que mesmo quando ocorreram os debates, os alunos se restringiram a abordar os aspectos exclusivamente científicos a respeito do tema, desprezando o lado social do tema. Para nós, isso pode representar um indício que reforça a concepção de uma sociedade na qual o conhecimento científico é preponderante sobre os demais. As explicações que a ciência faz dos fenômenos são as que mais se destacam na sociedade e as que são mais

aceitas, chegando-se ao ponto de a interpretação de aspectos da sociedade ficar restrita aos parâmetros científicos.

Também a professora da escola **A1**, talvez devido ao seu contato com a área de educação ambiental e ao trabalho junto à formação de auxiliares de enfermagem, inclui em seu discurso aspectos de uma sociedade em que há diferenças nas condições de trabalho, diferenças de renda, o que requer a introdução de noções de coletividade. Este foi um momento também raro em que encontramos uma visão mais crítica da realidade social, pelo menos no enfoque que ela diz passar para o aluno.

A instituição escolar, na opinião das professoras, estaria preparando os alunos para atuarem nessa sociedade no futuro ou no presente. Devem, então, esclarecer para os alunos alguns aspectos dessa sociedade. As perspectivas de participação do aluno nessa sociedade são pensadas como ocorrendo em dois níveis: futuramente - caso das escolas técnico-profissionalizantes e da escola particular; ou no tempo presente - associando ao dia-a-dia do aluno como acontece nas escolas públicas de ensino Inciso III.

Para algumas professoras, a atuação futura dos alunos na sociedade se dará no campo profissional quando estiverem atuando como técnicos ou depois de cursarem uma Faculdade. Dentro desse ponto de vista, a sociedade representa um mundo externo à escola, com o qual o aluno apenas futuramente entrará em contato. Aquelas professoras que acreditam que o aluno participe das sociedade no tempo presente, no seu dia-a-dia, também visam ao preparo desse aluno para uma participação mais crítica, por meio do domínio do conhecimento científico, que o levará a compreender o seu mundo.

Apesar dessa diversidade de aspectos da nossa sociedade, na maioria das entrevistas o que é mais acentuado é o caráter de uma suposta neutralidade como uma característica dessa sociedade, a partir do momento em que a qualifica e a embasa em determinados parâmetros tecnológicos e científicos. As professoras passam a idéia

de uma sociedade contemporânea, modernizada, embasada na ciência, cujo valor é extremamente significativo e com componentes tecnológicos apresentados e, até mesmo aceitos, sem qualquer tipo de questionamentos; como por exemplo nos apontou a professora da escola A2, ao falar do interesse das indústrias restrito à busca máxima de produtividade, o que deveria ser compreendido pelos alunos.

O tratamento que se dá às questões de Tecnologia e sua relação com a Sociedade pode levar à percepção apenas do seu lado positivo com as benfeitorias para a humanidade. De modo similar, quando descrevemos as possíveis interações entre Tecnologia e Sociedade encontradas nos materiais didáticos, essa foi a perspectiva mais encontrada. No discurso, entretanto, ocorre a perda, um distanciamento de algumas das dimensões da tecnologia apontadas nos manuais didáticos, tais como de sua utilidade na sociedade e de seu vínculo com aspectos econômicos.

As informações presentes nos planejamentos de ensino, tomadas também como uma representação no plano do que as professoras idealizam sobre o seu trabalho, demonstram em grau bem menor as características de uma sociedade moderna, cientificizada e externa à escola, que as professoras ressaltaram nas entrevistas.

Basicamente, no caso das escolas técnico-profissionalizantes, a capacitação para o trabalho futuro em sociedade é destacada nos planejamentos. Nas escolas públicas e particulares de ensino Inciso III, a ênfase é dada às questões de saúde pública, mais especificamente doenças, com bastante destaque para a Aids.

O que foi para nós retratado na descrição dos planejamentos reflete muito mais, no caso das escolas de ensino Inciso III, uma atrelação aos manuais didáticos, não só a nível de rol de conteúdos, mas também nas possibilidades que o próprio livro nos dá para percebermos quais assuntos os autores julgam existir como sendo de maior interesse dentro da nossa sociedade - por exemplo: doenças, biotecnologia, engenharia genética, sobre os quais os alunos devem ser esclarecidos e adquirir conhecimentos. Para as escolas técnico-profissionalizantes é evidente a pré- concepção de que a

sociedade necessita e alimenta uma expectativa sobre um tipo de capacitação profissional na área técnica, para a qual o aluno deve ser preparado.

As aulas a que assistimos reforçam essa ligação entre o planejamento de ensino e os manuais didáticos no que diz respeito à concepção de sociedade com essas certas características e ao envolvimento e participação do aluno vinculado à aquisição do conhecimento científico (conceitos, teorias científicas) anterior à sua ação na sociedade ou necessária à sua participação consciente, crítica, entendendo melhor a sua realidade.

As professoras destacam em seus discursos características de uma sociedade, para a qual julgam ser necessária a discussão de alguns aspectos, a fim de possibilitar a participação mais capacitada dos alunos nessa sociedade.

Dentro dessa concepção, para as professoras de ambos os tipos de escola em investigação, já identificamos a existência de uma associação da teoria com a prática, haja visto que para realizar uma atividade prática dentro da sociedade - uma ação - o aluno deverá antes ser preparado teoricamente aprendendo conhecimentos que esclareçam aspectos dessa sociedade, ou até sendo treinado para realizar a dita "prática profissional". Mesmo que não seja encontrada uma perspectiva de prática como transformação objetiva, há nitidamente um enfoque de que a teoria seja priorizada e que é necessária à eficiência da prática[19].

Com o objetivo de participar de um processo de discussão com os alunos sobre aspectos da prática social, é importante não perder de vista que os alunos precisam ser encarados como agentes de transformação dentro da sociedade. Daí as atividades

---

[19]Estaremos adotando neste texto, para fins de análise, os conceitos de teoria e prática apresentados por VASQUEZ e que podem se identificados nestes dois trechos de seu livro:

"A atividade teórica proporciona um conhecimento indispensável para transformar a realidade, ou traça finalidades que antecipam idealmente sua transformação, mas num e noutro caso fica intacta a realidade efetiva." ( VASQUEZ, 1990, p. 203)

"Enquanto a atividade prática pressupõe uma ação efetiva sobre o mundo, que tem por resultado uma transformação real deste, a atividade teórica apenas transforma a nossa consciência dos fatos, nossas idéias sobre as coisas, mas não as próprias coisas." (VASQUEZ, 1990, p.210)

desenvolvidas com eles devem se opor à passividade, enfatizando e estimulando a sua própria ação e não apenas aquilo que se teria possibilidade de fazer, atuar ou agir. Como nos aponta Demo, "teoria e prática carecem de ser intermediadas pela habilidade de saber pensar e aprender a aprender. Saber pensar e aprender a aprender supõem um tipo de formação ao mesmo tempo propedêutica e capaz de intervir." (DEMO, 1994, p. 28).

Os indicativos que nos possibilitaram identificar algumas características da sociedade foram extraídos de pontos diferentes ao longo das entrevistas. Alguns eram fortemente expressos quando as professoras comentavam sobre os **objetivos de se ensinar Biologia**. Se o levantamento de algumas características da sociedade pôde ser realizado a partir de indícios encontrados em momentos da fala das professoras em que elas nos contam sobre os objetivos de se ensinar Biologia, é coerente que assumamos que tal concepção de sociedade permeie também, e até caracterize, os procedimentos metodológicos que possivelmente utilizam em suas aulas.

Uma das hipóteses que poderíamos levantar é a de que o trabalho das docentes e o papel social que impõem à escola e, conseqüentemente, à disciplina que lecionam, variam de acordo com uma concepção de sociedade que elas têm, que foi ou está sendo construída[20].

O papel e o valor do conhecimento científico dentro da sociedade são sempre evidenciados no discurso das professoras; porém, dependendo da categoria de ensino com a qual trabalham, isso pode se apresentar de maneira bastante variável com maior ou menor ênfase.

---

[20]Um dos fatores que, sem dúvidas, contribui na identificação de elementos variados da sociedade é a proposta pedagógica de escola onde o professor leciona e as possibilidades de interações durante o desenvolvimento de atividades. Por exemplo, a ***professora da escola B*** teve a oportunidade de desenvolver um projeto integrado com outros professores de áreas distintas, extraindo elementos da realidade concreta de uma comunidade e possibilitando a discussão dos dados com os alunos. A experiência profissional do professor além do magistério, bem como a sua formação acadêmica, são contribuintes, em nossa opinião, para a concepção de sociedade.

Outras evidências sobre o trabalho das professoras, que nos foi contado nas entrevistas, puderam ser analisadas a partir da escolha de instâncias de análise. Sendo assim, apresentaremos a seguir dados reunidos em três instâncias de análise, ou categorias, que julgamos representativas das concepções das professoras sobre relações entre Ciência/ Tecnologia, Ciência/ Sociedade, Tecnologia/ Sociedade e Ciência/ Tecnologia/ Sociedade. Além do que as instâncias de análise nos fornecem aspectos de como essas interações CTS se encontram presentes no discurso sobre seu trabalho ou até no seu próprio trabalho em sala de aula.

As instâncias de análise escolhidas por nós como possibilidades para a discussão dos dados presentes nas entrevistas e a sua relação com os coletados pelos demais instrumentos utilizados na pesquisa, foram: **Apropriação do Conhecimento Científico, Relação Pesquisa e Ensino, Relação entre Aulas Teóricas e Aulas Práticas**[21].

Ao escolhermos tais instâncias de análise, identificamos que a própria articulação dos dados possibilitada através dessa escolha nos levou a reconhecer relações que reforçam a dicotomia teoria e prática. Por vezes, é acentuado o caráter particularizado de cada uma; em outras situações, associam a teoria com a prática, fornecendo um espectro com os tipos diferentes de dependência entre ambas. Então, é precioso deixarmos claro que a relação teoria-prática permeará a nossa análise nessas três instâncias escolhidas, o que passaremos a expor a seguir.

[21]Tais instâncias de análise emergiram resultantes de um processo de leituras e releituras de todas as entrevistas realizadas.

### *4.1. Apropriação do Conhecimento Científico*

Para se fazer a vinculação com aspectos da sociedade, as professoras das escolas Inciso III enfatizam uma necessária apropriação do conhecimento científico. No caso das escolas públicas, a aquisição do conhecimento científico serviria para o aluno obter esclarecimentos e/ou informações que podem ser utilizados no seu dia-a-dia; ou, então, o conhecimento científico seria importante para possibilitar ao aluno ter uma qualidade de vida melhor.

Pareceu-nos que para a professora da escola particular, o aprendizado de informações científicas é um passo natural para um público escolarizado com o qual trabalha, que necessita desse conhecimento em séries seguintes. Principalmente porque, na opinião da professora, é um público que precisa desse conhecimento para prosseguir seus estudos já em nível de carreira universitária.

Os livros didáticos e mesmo os planejamentos de ensino centram-se nessa forma de vinculação de Ciência e Sociedade - apropriação do conhecimento científico - mostrando um viés dessa relação especialmente ao tratar de assuntos relacionados à área médica, exemplos citados pela maioria dos professores dessas escolas, que trabalham com séries nas quais o conteúdo "seres vivos" está presente.

O Quadro 2 (página 95) mostra que a relação entre Ciência e Sociedade nos manuais didáticos ocorre com outras possibilidades, apesar de a *Apropriação do Conhecimento Científico pela Sociedade* ser a mais comum. No discurso, as professoras das escolas com ensino Inciso III distanciam-se de alguns aspectos que podem levar a uma concepção de ciência vinculada a questões econômicas, sociais e mesmo de um questionamento a respeito da relação utilitarista que o homem estabelece com os microrganismos.

Nas escolas que apresentam cursos técnico-profissionalizantes, as professoras deixam transparecer em seu discurso que o aprendizado de conhecimentos da área

científica é importante para o trabalho futuro do aluno, uma vez que esclarecem muitos dos seus aspectos. São informações na dose certa, não muito detalhadas, suficientes para que o aluno tenha condições de entender pontos imprescindíveis das técnicas de que irão lançar mão e que aprendem no seu curso. As técnicas são o enfoque maior nesses cursos. O conhecimento científico entra como fator elucidativo para interpretação das técnicas, e é selecionado de acordo com o que for necessário para o trabalho dos técnicos. Apesar de essa relação ser identificada na disciplina de Microbiologia em todos os cursos técnico-profissionalizantes, cujos professores participaram desta pesquisa, é na escola **A2** que ela se faz mais presente e permeia todo o curso.

As informações que descrevemos sobre o planejamento de ensino e sobre a apostila utilizada na escola **A2** vêm a demonstrar o quanto a apropriação do conhecimento científico vincula-se à capacitação técnica do aluno. No planejamento de ensino da disciplina Microbiologia, enfatiza-se a necessidade de *caracterizar, reconhecer, empregar microrganismos nos diferentes trabalhos tecnológicos*. Já na apostila que a professora escreveu e utiliza em suas aulas, a apropriação do conhecimento científico vincula-se ao tema *Informação Científica e Profissão*.

Nos cursos técnico-profissionalizantes, a prioridade absoluta é dada ao que os professores denominam de "prática"[22]. Mas é uma "prática" que nos dá a impressão, e em alguns casos é mais evidente, que deve ser o menos possível impregnada de ingredientes teóricos. Seria uma "prática" com o mínimo de teoria. Nessa relação entre teoria e prática, o conhecimento teórico passado é o estritamente necessário para uma dita capacitação para a prática. Esse papel determinante da prática não pode levar à conclusão de que a atividade teórica se transforma automaticamente e totalmente em

[22]Pelo menos na disciplina de Microbiologia que pertence ao Núcleo de disciplinas Profissionalizantes esse é o enfoque. A vinculação com o preparo para a profissão é que imbute esse teor de "prática". A base teórica geral, pela organização da grade curricular, é desvinculada da parte prática. A professora da escola **A2** chegou a nos dizer que, para os objetivos de sua disciplina serem atendidos, começa do zero a teoria que deveria ter sido dada na disciplina Biologia e Programas de Saúde.

prática: "a prática não fala por si mesma e exige uma relação teórica com ela: a compreensão da própria prática." (VÁSQUEZ, 1990, p. 237 ). Mas essa relação não é simplista, como se o conhecimento teórico subsidiasse e antecipasse necessariamente uma prática a ser realizada. A teoria não é anterior à prática.

GOUVEIA (1994) nos fornece um paralelo interessante para identificar uma contradição nessas duas categorias de ensino: apenas a atividade teórica (cognitiva) não leva à prática, como é o pensamento das escolas de ensino Inciso III; mas também a prática não se realizará sem ela, fato esse desprezado pelas escolas técnicas.

Adotamos e assumimos conceitualmente que a participação dos alunos na sociedade seja considerada como prática social, definida por Vásquez como sendo "um tipo de atividade de grupos ou classes sociais que levam a transformar a organização e direção da sociedade." (VÁSQUEZ, 1990, p. 200)

Sendo assim, as atividades desenvolvidas com os alunos deveriam se caracterizar como ações que objetivam a gerar mudanças, mas não apenas no plano idealizado. Qualquer discussão que envolva aspectos da história do homem, deve enfocar a história da teoria (saber humano) e das atividades práticas do homem.

Os dados encontrados nos materiais instrucionais das escolas técnico-profissionalizantes vêm reforçar uma aproximação do discurso dessas professoras e o seu trabalho em sala de aula . Nas aulas a que pudemos assistir da professora da escola A2, foi nitidamente perceptível o enfoque que se dá à técnica - encarada aqui como equivalente à tecnologia[23] - e ao conhecimento científico apresentado para o aluno; é restrito para entendimento das técnicas que irá realizar. Foram aulas nas quais os alunos fizeram o processamento de picles e a produção de iogurtes. A base científica desses processos foi rapidamente apontada pela professora, que passou em seguida a discutir com os alunos os passos que deveriam ser seguidos nesses processos de produção.

[23]É bastante coerente que assumamos essa sinonímia, haja visto que essa é a visão da maioria das professoras pesquisadas como veremos a seguir neste texto.

Para essa professora, como também para a professora da escola **B**, a ênfase de seus cursos se dá é no aprendizado e treinamento do aluno em técnicas de Microbiologia, informação esta que nos passaram na entrevista e que também pode ser detectada nos planejamentos. Às vezes o conhecimento científico tem um peso um pouco maior, mas não preponderante sobre o técnico. Isso pôde ser identificado, consecutivamente, pela análise da apostila de aulas teóricas e/ou nas aulas a que assistimos das professoras das escolas **A1** e **B**. A ênfase ocorre no valor que o conhecimento científico tem para a explicação daquela técnica.

O planejamento também retrata essa diferença encontrada nos dois tipos de escola - profissionalizantes e Inciso III - quanto à maior ênfase ou nos aspectos tecnológicos ou nos científicos, respectivamente.

O nosso quadro de análise permitiu-nos, então, verificar que há enfoques bastantes diferentes no que se refere à prioridade que se dá para o tratamento de aspectos da ciência ou para os da tecnologia nas escolas com cursos de natureza distintas, ou seja, Inciso III e profissionalizantes.

Será então que nas escolas Inciso III não há enfoque algum em tecnologia? Algumas professoras das escolas com essa categoria de ensino (escolas **F** e **G**) mostraram certo grau de estranheza pelo fato de querermos saber se havia em suas aulas alguma relação entre o ensino de Biologia e aspectos tecnológicos. Particularmente tal fato ocorreu em entrevistas com professoras para quem um dos objetivos mais fortes do ensino de Biologia era capacitar o aluno a passar no Vestibular. Como é raro ou inexistente qualquer enfoque sobre tecnologia em provas de Biologia do Vestibular, talvez seja essa uma das explicações possíveis para tal estranheza. Mesmo assim, essas professoras manifestaram sua concepção de tecnologia, como as demais que entrevistamos.

Pelo que pudemos depreender da descrição dos materiais didáticos, a concepção de tecnologia encontrada mais comumente vincula-a ao conhecimento científico, do

qual é dependente e exclusivamente sua conseqüência. Há uma grande diversidade de temas em que se expressa essa concepção - denominada por nós *Ciência precede Tecnologia ou Possibilidade 1* . Mas será que no discurso, as professoras mantêm essa concepção como a predominante?

Quando a abordagem de questões referentes à tecnologia não é comum e às vezes nem existe no trabalho em sala de aula das professoras, geralmente, no discurso, elas associam tecnologia à Biotecnologia, Engenharia Genética, que são temas presentes em alguns livros didáticos. Particularmente em edições mais recentes, os autores têm introduzido discussões, mesmo que primárias, sobre aspectos tecnológicos. Essa concepção do que é tecnologia, restringindo-a exclusivamente aos parâmetros científicos, é mais comum de ser identificada no discurso das professoras que trabalham nas escolas de ensino Inciso III e que não tiveram a possibilidade de fazer uma pós-graduação ou de trabalhar em outra área, que não o Magistério.

Para as professoras que fizeram Mestrado **( caso da professora da escola D)** , que trabalharam em Institutos de Pesquisa **(caso da professora da escola E)** ou em Laboratórios de Análises Clínicas **(caso da professora da escola C)**, a tecnologia é associada a testes, exames, aparelhos, instrumentos e procedimentos utilizados em laboratório. Mais uma vez, à semelhança que os livros didáticos fazem com maior freqüência, as professoras restringem o conceito de tecnologia à concepção de técnica, aparelhos (microscópio) ou instrumentos, que estão enfocados sob dois pontos de vista: um primeiro associado com a utilização de tecnologias pela sociedade (testes e exames) e um segundo, atrelando a tecnologia como importante para a construção do conhecimento científico, haja visto que a ciência lança mão de instrumentos e aparelhos. Em ambos os casos, no discurso das professoras e nas aulas a que assistimos, ficou evidente que a ciência precede a tecnologia e que é a partir da aplicação do conhecimento científico que se cria tecnologia, o que vai ao encontro das informações contidas nos livros didáticos e que foram por nós descritas no capítulo 3.

Então, discurso e aulas de algumas professoras mostram que a tecnologia está presente nos cursos de ensino Inciso III para mostrar uma aproximação do conhecimento científico com a sociedade como um possível elo de ligação entre essas duas partes, mostrando a utilidade do conhecimento científico, evidenciando seu valor para confecção de testes e exames laboratoriais, por exemplo. Esses exemplos que envolvem tecnologia, são considerados mais próximos da realidade do aluno. Isso nos foi perceptível nas aulas a que assistimos da professora da escola **E**[24] e no discurso das professoras que trabalham nas escolas **C, D e E.**

Conseguimos perceber aqui que, no seu trabalho pedagógico, as professoras de escolas Inciso III extrapolam as possíveis interações entre Ciência e Sociedade apontadas pelos livros didáticos; estabelecem, por exemplo, uma vinculação entre Ciência e Sociedade pela Tecnologia. Mesmo que, nos livros, a concepção de Tecnologia derivada da Ciência seja a que mais ocorra, não há enfoque específico sobre o estabelecimento da relação entre Ciência e Sociedade através da Tecnologia, procedimento metodológico encontrado presente no discurso ou no trabalho em sala de aula de algumas professoras. Continua-se, entretanto, dando à tecnologia o caráter de apêndice ou exemplificação. Não configura um enfoque central nas aulas e no discurso nessa categoria de ensino.

Algumas características de tecnologia são utilizadas nas escolas de ensino Inciso III porque para as professoras representam uma lado mais "prático" daquele conhecimento científico, teórico, que algumas até denominam de *"chato"*. Lançar mão de alguns aspectos da tecnologia mostra, de acordo com as professoras, a utilidade daquele conhecimento que os alunos devem aprender na escola, um vínculo maior com a realidade da sociedade, e a praticidade desse conhecimento teórico.

---

[24]Nas aulas a que assistimos dessa professora, ela se utilizou da explicação da técnica de cariótipo para mostrar o lado prático, pois *"permite verificar a existência de problemas genéticos e são importantes para mulheres grávidas."* Explicou também a técnica de coleta de líquido amniótico. Descreveu para um grupo restrito de alunos, sentados à frente da sala de aula, como se faz a técnica de determinação da tipagem sangüínea.

FÁVERO nos indica que a **tecnologia** ocupa lugar de destaque como elemento mediador dessa passagem da teoria à prática, da ciência à ação. Nessa perspectiva, " ao tratar de aspectos tecnológicos, a ênfase recai na capacidade de planejamento, na racionalidade científica, na neutralidade da ciência, no eleger a teoria como forma privilegiada de 'guiar' e de 'orientar' a ação." ( FÁVERO, 1987, p. 528 ). Essa autora destaca que, dessa forma, reforça-se a dicotomia na relação entre teoria e prática, onde o elemento inovador, criativo, vem da teoria ( conhecimento científico) cuja fidelidade aos seus parâmetros é que dá a relevância à prática (tecnologia) . Por isso, é que as explicações de exemplos de tecnologias que se julgam de importância na sociedade centram-se em mostrar que a compreensão de alguns dos conhecimentos científicos é que possibilitou que elas fossem construídas.

Muitas vezes nos discurso ou trabalho em sala de aula, as professoras tentam reduzir o prático ao que é utilitário, ao que tem uma utilidade já encontrada dentro da nossa sociedade. O conhecimento teórico, dessa forma, é apresentado como útil ou verdadeiro, a partir do momento em que se consegue vislumbrar algumas de suas aplicações na prática. Os próprios materiais didáticos, ao apresentarem sempre exemplos na área médica, após a discussão sobre as características de morfologia e fisiologia de microrganismos, também tentam encontrar um caminho para valorização do conhecimento teórico, a partir de evidências de sua utilidade. Nos materiais didáticos passa-se a idéia de que, a partir do momento em que o conhecimento teórico foi considerado verdadeiro, ele pôde ter sua utilidade na prática: por exemplo, o entendimento do ciclo de vida dos microrganismos leva à elaboração de medidas profiláticas; a partir de estudos das características bioquímica, morfológicas e fisiológicas dos microrganismos é possível a obtenção de vacinas e medicamentos, dentre outros. TESSER (1986) afirma que o critério de verdade é a prática, e não os atributos da teoria como clareza, evidência ou outros aspectos. O conhecimento

verdadeiro decorre não do objeto, mas da atividade prática transformadora, presidida por uma teoria crítica onde os termos sujeito-objeto não se opõem mas interagem.

Já no universo das escolas técnico-profissionalizantes, falar sobre tecnologia não causa estranheza. Mas, em comum com as concepções encontradas com as professoras que trabalham no Inciso III, tecnologia aqui também é descrita como vidrarias, instrumentos, aparelhos (microscópio, autoclave), Biotecnologia, etapas de procedimentos laboratoriais[25]. E mais, é bastante comum que façam a vinculação do desenvolvimento tecnológico ao científico, sendo a Tecnologia dependente da Ciência.

Uma das professoras (escola **A1**) , entretanto, nos mostrou em pequena passagem de sua entrevista que o local para produção de tecnologias pode não ser necessariamente uma Instituição Científica : falou-nos sobre projetos numa área que hoje os cientistas chamam de Biotecnologia, e que ela já desenvolvia há mais de 10 anos em uma indústria. De uma forma geral, comparando-se com as informações descritas a respeito das concepções de Tecnologia e suas relações com a Ciência e Sociedade presentes nos materiais didáticos utilizados nessas escolas profissionalizantes, reconhecemos que existe um empobrecimento daquilo que foi encontrado no discurso das professoras e em aulas a que assistimos. Em ambos, as professoras restringiram-se em identificar Tecnologia como posterior à Ciência e cujas características do trabalho tecnológico são muito atreladas ao trabalho científico. No discurso das professoras das escolas técnicas, não é feita qualquer alusão às outras possibilidades que os manuais didáticos apresentam para a discussão das relações entre Ciência e Tecnologia. Por exemplo, as

[25]É fundamental destacarmos a diferenciação, quanto às concepções de tecnologia, encontrada no discurso da professora da escola A2. Quando, em nossa entrevista, perguntamos-lhe sobre tecnologia, citou-nos o exemplo de **processos fermentativos**, para os quais eram utilizadas **técnicas**. Podemos identificar uma concepção mais abrangente de tecnologia, considerada como processo, utilizado inclusive em indústrias. Ao ler o material didático elaborado por essa professora, percebemos que introduz uma série de tópicos e assuntos bastante diferentes dos encontrados nos demais materiais, com ênfase em aspectos que não são comuns ao tratamento de assuntos ligados à Microbiologia, que não foram comuns, por exemplo, nos cursos que fiz nessa área, mais voltados para os conhecimentos na área de Ciências Biológicas. Como explicação para essas diferenças encontradas, podemos relacionar com a área de formação da professora que trabalha na escola A2, que é diferente das demais ( Química) , e pelo fato de que no início de suas atividades no Magistério desenvolvia atividades profissionais em indústrias.

particularidades da Tecnologia que marcam a sua independência em relação à Ciência, ou mesmo a consideração de que essas duas instâncias sejam interdependentes. Tais possibilidades, entretanto, são apontadas em um número bastante considerável de exemplos nas apostilas que as professoras utilizam.

O que foi apresentado neste item, permite-nos identificar que a apropriação do conhecimento científico é o vínculo mais evidente que as professoras fazem entre Ciência e Sociedade. No caso da professoras das escolas técnico-profissionalizantes, como ela também reduzem a concepção de Tecnologia enquanto Ciência aplicada, há o estabelecimento de uma relação entre Tecnologia e Sociedade, nessa vertente da apropriação do conhecimento científico. Isso ocorre à medida que explicam os princípios científicos da tecnologia que os alunos usarão no seu trabalho como técnicos.

Também é possível identificar a existência de diferenças entre o discurso e a prática das professoras, com momentos de aproximação e distanciamento. Ora se traduzem por um empobrecimento do discurso - caso das concepções sobre a relação entre Ciência e Tecnologia nas escolas técnicas - ora por um enriquecimento percebido na prática de professoras do ensino Inciso III, como por exemplo quando estabelecem relações entre Ciência e Sociedade, pela vertente da Tecnologia.

Em ambas as categorias de ensino, há destaque para uma associação entre teoria e prática, na qual a teoria (conhecimento a ser adquirido) é primordial ao desenvolvimento da prática social (profissão, dia-a-dia). Não ocorre, porém, referência a uma interação de mão dupla entre teoria e prática.

## *4.2. Relação Pesquisa e Ensino*

Vimos que o conhecimento que as professoras julgam que os alunos deveriam aprender tem caráter, como elas próprias apontam, de cientificidade. Para justificar a apropriação desse conhecimento científico, associam-no com alguns aspectos de uma certa "prática", muito relacionada com a sua utilidade e aplicação na sociedade. Nessa associação, como já mostramos anteriormente, acabam reforçando a dicotomia teoria - prática.

Pensamos que uma das possíveis maneiras de amenizar essa relação dicotômica, seria a discussão sobre o processo de produção do conhecimento científico, com que a maioria das professoras pôde ter contato em sua especialização ou trabalhando em Institutos de Pesquisa.

Mas o que acontece realmente? Para as professoras, pesquisar na área de Biologia e ensinar Biologia são atividades bem distintas e, muitas vezes, sem muita relação. São espaços diferentes os de pesquisa e os de ensinar. Até pode ser que a busca de uma área na qual fazer a pós-graduação seja despertada por fatores oriundos do trabalho docente, como é o caso das professoras das escolas técnico-profissionalizantes **A2** e **B**, mas geralmente não existe essa vinculação. Essas professoras gostariam muito de fazer o Mestrado em áreas da Biologia, pois o trabalho que realizam na escola com projetos de Educação Ambiental e de Microbiologia, levaram-nas a perceber a necessidade de adquirir novos conhecimentos, ou mesmo de repensar o que já estão fazendo.

Mas na grande maioria dos casos, são outros fatores, como a busca de uma perspectiva melhor de trabalho dentro da área de Biologia, que movem as professoras ou despertam o seu interesse em fazer uma pós-graduação. Nada que esteja intimamente relacionado com a sua prática pedagógica. A busca de uma teorização não

está necessariamente ligada e, às vezes nem é cogitada, como uma possibilidade de reflexão a respeito de sua própria prática profissional.

Mas, como haveria um redimensionamento da relação entre teoria e prática a partir da discussão da construção do conhecimento científico? Essa possibilidade foi percebida por nós durante a leitura do texto de VÁSQUEZ (1990), quando esse autor cita a atividade científica experimental como uma das formas de prática possíveis dentro da sociedade. Afirma: "Quando se trata de produzir determinados fenômenos com ajuda do instrumento físico adequado, a atividade científica experimental é evidentemente uma forma de práxis. Trata-se de uma atividade objetiva que dá lugar a um produto real e objetivo. Nesse tipo de práxis a finalidade imediata é teórica." (VÁSQUEZ, 1990, p. 199). A partir dessa atividade prática é que se fundamenta a teoria, e esta pode surgir para direta e imediatamente resolver dificuldades ou contradições de outra teoria. Não há relação direta e imediata que a teoria, uma vez construída, deva ser aplicada na prática para ter a sua validade.

No entanto, o que percebemos é que a experiência originada do trabalho com pesquisa capacita as professoras a enriquecerem suas aulas com a explicação de técnicas e procedimentos que utilizavam; em outros casos, a vivência em pesquisa fornece às professoras exemplos de descobertas científicas e linhas de projeto desenvolvidas. Todas as situações vividas enquanto faziam as pesquisas, as dificuldades encontradas, o trabalho experimental e as bases teóricas - informações que as professoras nos contaram com maior ou menor detalhe durante as entrevistas - são excluídas na abordagem que afirmam fazer em sala de aula. Mesmo tendo participado do processo da prática científica, ao transplantar essa sua experiência para situações de sala de aula, perde-se muito em qualidade do que foi vivenciado, não se possibilitando evidenciar essas interações entre teoria e prática, onde a prática poderia ser encarada enquanto ação transformadora do conhecimento teórico.

Mesmo quando ressaltam a experimentação como uma das características para a construção do conhecimento científico ( o dito "método científico") - o que é bastante evidenciado no discurso das professoras das escolas **D, E , F e G** e nas apostilas das escolas técnicas - não se encontram ocasiões em que se dimensione a experimentação enquanto práxis científica, no sentido apontado por VÁSQUEZ (1990).

De uma forma bem mais marcante, nas escolas de ensino Inciso III, a experimentação é um argumento utilizado para mostrar que o trabalho científico é marcado pelo raciocínio, no qual são obtidos resultados concretos a partir da investigação de determinada situação. Para as professoras, o método de trabalho utilizado pela ciência conduz a um conhecimento verdadeiro, produtivo e que tem uma utilidade. TESSER (1986) situa esse tipo de abordagem encontrada no discurso ou trabalho em sala de aula das professoras, denominando-o como articulação entre teoria e prática que denomina *idealista*, pela qual "o fundamento do conhecimento científico se encontra na capacidade criativa da consciência, como fonte de obtenção da verdade, como capacidade ordenadora do caos da realidade concreta" (TESSER, 1986, p. 112). O conhecimento, então, não é considerado mera especulação cujo objeto seria puramente fruto da atividade subjetiva do homem, onde os resultados podem ser comprovados com o auxílio da experimentação, atividade prática que seria guiada pela teoria.

Percebemos, então, uma visão dissociada entre teoria e prática permeando o trabalho das professoras, pois ao discutirem sobre o conhecimento biológico não o associam com o seu processo de produção, com o qual tiveram contato em Institutos de Pesquisa e Universidades.

As professoras vêm pouca ou nenhuma relação entre as teorias científicas que enfatizam em suas aulas e a prática científica que vivenciaram. Quando estabelecem alguma relação, acabam por reforçar o modelo hierárquico na interação Ciência e

Tecnologia. Fazem isso, por exemplo, ao descrever algumas das técnicas que utilizavam para desenvolver as suas pesquisas nos Institutos ou Universidades.

### *4.3. Relação entre Aulas Teóricas e Aulas Práticas*

Encontramos outras evidências da visão dissociada da teoria com a prática quando as professoras nos falaram das aulas teóricas e das aulas práticas. As aulas práticas, resumidas a *"atividades de laboratório"* são encaradas pelas professoras como a possibilidade em que os alunos podem estar mais ativos. Retomam, assim, os objetivos da introdução das aulas práticas, enquanto elementos para o processo de inovação dentro do ensino de ciências das décadas de 60 e 70. Como isso, pretendia-se "tornar o aluno mais crítico em relação às questões sociais, supondo que a participação mais ativa propiciada pela atividade de laboratório a isto levasse. O aluno não apenas aprenderia ciências, mas também aprenderia aplicar seu raciocínio lógico em outras novas situações que porventura viesse vivenciar." (Gouveia, 1994, p.10). Alguns planejamentos de ensino, como por exemplo o da escola **G**, explicitamente impõem às aulas práticas esses objetivos.

Todas as professoras com quem conversamos nesta pesquisa e/ou acompanhamos as suas aulas, indicaram-nos uma dicotomia entre aulas práticas e teóricas, sendo as últimas comumente anteriores às primeiras, refletindo em parte uma valorização social do conhecimento teórico, científico, intelectualizado.

Para as professoras - particularmente do ensino Inciso III - as aulas no laboratório têm a finalidade de *"complementar a teoria"*, *"possibilitar que o aluno veja, entenda melhor o que foi falado na aula teórica"* ou que seja um chamativo para as aulas teóricas, o que a professora da escola **G** denomina de *"perfumaria da Biologia"*.

Essa vinculação ao conhecimento teórico, que minimiza a importância das aulas práticas, não permite que sejam trabalhados com os alunos aspectos da prática, enquanto atividade transformadora da realidade, como atividade criadora de soluções diante das necessidades e situações que são apresentadas ao homem. A prática é fonte de questionamento crítico e criativo ; não podee se encarada como mera aplicação do conhecimento científico ou mesmo como demonstração de seus princípios.

Um caminho para que a relação teoria-prática possa ser redimensionada, no trabalho em sala de aula, é abordagem de aspectos mais diversificados da tecnologia, particularmente aqueles relacionados com a transformação de produtos que ocorre em indústrias ou outras instâncias. Enfocam-se os problemas que são encontrados, as dificuldades encaradas, as dúvidas que a própria atividade prática aponta e que a teoria não necessariamente tem a resposta. Poderia também ser discutido que não é obrigatoriamente da atividade intelectual que se encontram soluções para a prática ou, mesmo, que a atividade prática exige muitas vezes a elaboração de novos conhecimentos pela teoria.

Nas escolas técnico-profissionalizantes, o tipo de associação entre teoria e prática com primazia da teoria também é encontrado, sendo que as aulas de laboratório sempre se vinculam ao que é dado na teoria, onde os procedimentos e os resultados possíveis já foram descritos. No caso da escola **A2**, a carga horária de aulas práticas é bem superior à das aulas teóricas. No entanto, as atividades práticas são atreladas à teoria; nas aulas de laboratório os alunos serão treinados para o aprendizado mais eficiente de algumas técnicas para seu trabalho futuro.

DEMO (1994) afirma que numa postura de interação entre teoria e prática, seria muito mais importante o que denomina *"de capacidade de pensar e de aprender a aprender"* do que o treinamento, exercício, se quisermos desenvolver em nossos alunos um ímpeto de inovação, e não apenas preparar recursos humanos para exercer profissões. "Saber pensar e aprender a aprender correspondem ao compromisso de sair

da mera cópia para postar-se como capaz de construir conhecimento" ( DEMO, 1994, p. 29). Concordamos que o profissional de hoje, antes de ser um executor confiável, necessita ser um bom questionador. E muito desse seu questionamento, que virá da sua vivência na prática profissional, encontrará respostas em uma estrutura teórica, à qual voltará sempre que necessário, redimensionando a sua própria prática. Tal oportunidade poderia ser dada aos alunos por ocasião da realização de projetos no laboratório, "espaço onde se busca conhecimento." (GOUVEIA, 1994, p. 12).

No espaço do laboratório, a partir de elementos trazidos da prática do professor e do aluno seria problematizada uma situação, para a qual se necessita idealizar ações ou atividades (busca de conhecimento e/ ou teoria) para rever os próprios conhecimentos e a partir de novas concepções ter uma prática diferente da anterior.

O que percebemos no discurso, no material instrucional utilizado ou nas aulas assistidas, é que as atividades práticas desenvolvidas pelas professoras tendem a ser pautadas em uma repetição, quer seja para treinamento de técnicas que irão utilizar em seu trabalho futuro, quer seja numa "simulação" do método de trabalho da ciência; inclusive os roteiros de aulas obedecem a um padrão com Introdução, Material e Métodos, Resultados , Discussão e Conclusões.

Para que as aulas de laboratório sejam uma atividade prática, deverão, de acordo com GOUVEIA (1994) levar a mudanças não apenas no conhecimento, mas também nas ações dos alunos. As aulas de laboratório devem possibilitar aos alunos uma atuação enquanto transformadores de uma realidade, não apenas no plano subjetivo de seus conhecimentos e conceitos na área da Biologia, mas também numa intervenção real e objetiva por meio de suas ações.

As professoras de nossa pesquisa, priorizando as atividades teóricas, em muitos casos possibilitam aos alunos modificar seus conhecimentos a nível intelectual, acreditando assim que os capacitariam para o entendimento e a participação mais efetiva em uma sociedade. No entanto, são negados os elementos oriundos da prática social que os

alunos já têm, bem como não é feita a relação da teoria passada nas escolas com essa prática, que em alguns casos é anulada, pois acreditam que só se dará no futuro. Embora a prática social seja derivada para algumas professoras do dia-a-dia dos alunos no tempo atual, a centralidade se dá na reelaboração de um conhecimento teórico sobre esse dia-a-dia não se chegando à execução de ações que visam à transformação e mudança na realidade que já existe. Acreditamos que uma concepção de sociedade como sendo o que acontece fora da escola, impossibilita em muito que os elementos da prática cotidiana sejam trazidos para dentro da sala de aula, em atividades realizadas.

E, mais, nessa concepção de sociedade, concebe-se que na formação social há a divisão de trabalho intelectual e manual, tornando-se difícil a busca de uma articulação mais criativa entre teoria e prática.

Como vimos, ao relacionar as aulas teóricas com as aulas práticas, as professoras reforçam a visão dicotômica entre teoria e prática. Essa dicotomia pôde ser identificada com maior intensidade ao tratarem das relações entre Ciência e Tecnologia, que também se centrou no modelo hierárquico. Por exemplo, nas aulas práticas, o aluno pode ver como se aplica o conhecimento científico, utilizando-se de instrumentos e técnicas ou, mesmo, obtendo produtos derivados de processos fermentativos dos microrganismos. Todos os procedimentos e a base científica para a sua análise são descritos na maioria das vezes anteriormente em aulas teóricas .

Identificamos que ao estabelecerem relações entre Tecnologia e Sociedade, as professoras reforçam também a dicotomia entre teoria e prática. Isso é muito mais evidente no caso das escolas técnico-profissionalizantes. Por exemplo, com o treinamento em técnicas específicas de Microbiologia - que mesmo acontecendo em aulas práticas, tem cunho teórico - é pretendido capacitar o aluno para a sua atuação social futura, ou seja, a prática social.

Resumidamente, pudemos reconhecer neste capítulo que já existe uma abordagem das relações CTS no currículo de Biologia que acontece, na maioria das vezes, entremeada por uma dicotomização da relação teoria e prática. Os elementos Ciência e Tecnologia não são, então, contextualizados em uma específica Sociedade o que geralmente não leva a um desenvolvimento da capacidade crítica dos alunos frente aos diferentes papéis da Ciência e Tecnologia, a fim de garantir-lhes uma tomada de decisões mais consciente. Um outro aspecto a ser destacado diz respeito às estratégias utilizadas pelas professoras, no trabalho com os alunos, que oferecem pouca possibilidade para que eles venham a modificar concretamente a sua realidade, a partir de um redimensionamento do significado das relações CTS.

# CAPÍTULO V

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando estávamos elaborando o nosso projeto de pesquisa, levantamos algumas perguntas que gostaríamos de responder, relacionadas ao contexto das relações entre Ciência/ Tecnologia/ Sociedade dentro do ensino de Biologia. Para empreender a nossa pesquisa, procuramos as respostas em diferentes componentes do trabalho pedagógico das professoras, quer seja no seu discurso ou na sua prática.

Consideramos importante destacar inicialmente que, ao conversarmos com as professoras, assistirmos às suas aulas e analisarmos os materiais didáticos, fizemos uma reflexão profunda a respeito do nosso próprio trabalho pedagógico : identificamo-nos muitas vezes com o discurso e a prática de várias delas. Uma vez participantes da realidade escolar, não estaríamos isentos de seus elementos culturais, que perpassam a nossa prática em sala de aula. À medida que tomávamos contato com uma bibliografia crítica que nos auxiliou a análise dos dados, à medida que descrevíamos sobre os conteúdos dos materiais didáticos, à medida que escutávamos as professoras, estávamos diante de uma situação conflitante. Ao mesmo tempo que nos identificávamos com muitas coisas, já estávamos em contato com informações e bibliografia que questionavam certos posicionamentos, mostrando-nos as outras dimensões existentes.

Optamos por iniciar este capítulo destacando o impacto da pesquisa em nossa própria prática pedagógica. Certamente ocorreram mudanças em nosso trabalho, como também reconhecemos que não são pequenos os entraves para uma nova postura curricular, tanto individual quanto coletiva. Mas, como todas as professoras que participaram desta pesquisa, estamos procurando novas maneiras de ensinar Biologia, a ponto

que este ensino seja mais significativo para o aluno. As diferenças que porventura existam entre nós só foram possíveis devido a uma reflexão específica sobre a nossa prática pedagógica, um dos frutos desta pesquisa.

Tal fato vem a evidenciar, uma vez mais, como analisa GOUVEIA (1992) que em todo e qualquer projeto de capacitação docente, de formação continuada, deve-se considerar a necessidade de os professores participarem do processo de mudança, num constante movimento de ação- reflexão- ação, permeado por uma teorização que redimensione a sua prática, que já é concreta, real, já existe. É o que eles pensam sobre essa prática ou o que fazem que constitui o ponto de partida e de chegada para a ocorrência de mudança.

O nosso projeto de pesquisa não teve como objetivo uma intervenção na prática das professoras. Apesar de que, com os vários contatos que tivemos com as professoras, durante a coleta de dados, foi possível a discussão a respeito de diferentes aspectos da realidade escolar. As professoras encontraram em nós, muitas vezes, cúmplices de uma mesma situação, para a qual procurávamos soluções, mesmo que separadamente. Acreditamos, contudo, que os dados coletados nesta pesquisa já nos permitem alguns indicativos que auxiliariam na construção de um projeto de inovação curricular, centrado no contexto CTS. As concepções das professoras e dos materiais didáticos sobre as relações CTS são, na nossa opinião, pistas que temos para a elaboração de qualquer proposta de atividades que abordem esse tema. Uma vez cientes das dimensões que são atribuídas para cada um dos elementos dessa trilogia e suas inter-relações, estaríamos incorrendo em menos perigo de reforçar apenas algumas das interações possíveis ou até mesmo reforçando as relações CTS mais lineares e que conduzem a uma menor criticidade do papel da Ciência e Tecnologia na Sociedade moderna.

As evidências de que as professoras, em seu discurso e/ou prática, trabalham aspectos diferentes das relações CTS em sala de aula também podem nos fornecer pistas

dos possíveis pontos para iniciar a discussão sobre a importância de tal abordagem e aonde geralmente conseguimos chegar com os enfoques que já damos em sala de aula, bem como as estratégias de ensino que utilizamos, dentre outros.

Mas agora voltando às perguntas que fizemos no início de nossa pesquisa, gostaríamos de comentar a respeito de cada uma delas.

A pergunta mais ampla que fizemos foi a seguinte *De que maneiras as discussões sobre as relações entre Ciência/ Tecnologia/ Sociedade aparecem no ensino de Biologia?* Buscamos as respostas investigando *de que maneiras as professoras de Biologia compreendem essas relações CTS.* E, ainda, *que elementos presentes na fala das professoras podem relacionar o ensino que praticam com a trilogia CTS.*

De início podemos considerar que já existem discussões sobre as relações CTS dentro do disciplina Biologia lecionada no Ensino Médio. Com tais discussões, as professoras nos mostraram um distanciamento ou uma aproximação entre o que está presente no seu discurso e na sua prática.

Quanto às concepções das interações CTS, os planejamentos de ensino quase sempre se relacionam fortemente aos manuais didáticos. Já nas aulas, não ocorre uma mera reprodução daquilo que os manuais didáticos abordam quanto às interações CTS: por vezes, há um enriquecimento de tais abordagens. Outras vezes, percebemos um empobrecimento. O mesmo é válido quando se comparam as informações obtidas durante as entrevistas.

Daremos um exemplo concreto encontrado em nossa pesquisa, onde nos foi possível identificar a existência de diferenças entre o discurso e a prática das professoras, com momentos de aproximação e distanciamento. Discutindo a respeito da *Apropriação do Conhecimento Científico*, as professoras das escolas técnicas, ao estabelecerem relações entre Ciência e Tecnologia, tinham um discurso mais empobrecido quando comparado com as possibilidades aventadas na prática - aula ou

manual didático. Já no caso das professoras das escolas de ensino Inciso III, percebemos um enriquecimento na prática, quando estabelecem relações entre Ciência e Sociedade, pela vertente da Tecnologia.

Muito devido à concepção das professoras sobre uma sociedade moderna, marcada por elementos científicos e tecnológicos, a Ciência é o que mais se destaca na trilogia CTS. O papel e o valor do conhecimento científico dentro da sociedade são sempre evidenciados no discurso das professoras. A visão de todas professoras é de que a Ciência é uma entidade externa à Sociedade, que explica o seu funcionamento, e participa bastante dela. Parece-nos que as professoras concebem uma certa *autonomia entre a Ciência e a Sociedade*, pois não consideram o trabalho científico como um trabalho social, susceptível a determinantes da estrutura social. Também não é identificada uma dimensão da Ciência enquanto instrumento de poder utilizado pela Sociedade, apontada por FREITAG (1979). Foi encontrada uma ênfase na apropriação do conhecimento científico que garanta ao aluno uma participação mais efetiva dentro da sociedade, tanto no presente quanto no futuro.

No entanto, as professoras reconhecem a existência de uma das possíveis interações entre Ciência e Sociedade: *a aplicação prática do saber científico*. Essa aplicação prática da Ciência na Sociedade se daria pela Tecnologia. Sem sombra de dúvidas a nossa sociedade contém elementos tecnológicos em grande quantidade, o que justifica esse reconhecimento por parte das professoras. Mas, por outro lado, as discussões a respeito de Tecnologia não são priorizadas. Há exceção nas escolas técnico-profissionalizantes, nas quais ocorrem abordagens sobre Tecnologia em graus diferenciados. Porém o que predomina é um tratamento sobre temas de Tecnologia nos quais associam-na e submetem-na, em um modelo hierárquico, à Ciência. Com isso, dificilmente se abordam as dimensões econômicas, políticas e ideológicas da Tecnologia.

Mas isso não seria de se esperar? O discurso vigente e dominante em nossa Sociedade atribui, em nome do desenvolvimento e do progresso econômico, um papel fundamental para a Ciência e Tecnologia. O desenvolvimento científico-tecnológico é tido como desencadeador de benfeitorias para a humanidade, sem distinção de nações e classes sociais. Não são destacadas com tanta ênfase as questões relativas à dominação e dependência político-econômica que permeiam tanto a apropriação do discurso científico quanto o estímulo ao desenvolvimento de tecnologias na esfera política.

As professoras, ao utilizarem os materiais didáticos, poderiam encontrar neles fontes possíveis para uma discussão mais abrangente das interações CTS. À guisa de responder a uma outra pergunta - *Como os materiais que o professor utiliza retratam e tratam dessa relação CTS* - identificamos que os manuais didáticos acabam por repetir as dimensões mais destacadas no discurso da sociedade. Por exemplo, ao tratarem das relações entre Ciência e Tecnologia reforçam a dicotomia entre elas, destacando a concepção de que a *Ciência precede a Tecnologia*. Já no referente à relação entre Ciência e Sociedade, o destaque maior ocorre é na *apropriação do conhecimento científico pela Sociedade*, em detrimento de outras possibilidades que abordariam uma dimensão política, social ou do impacto causado pelo desenvolvimento científico. Por fim, ao relacionar Tecnologia e Sociedade, os manuais didáticos sedimentam a concepção de que a *Tecnologia leva a melhorias das condições de vida da população*, abordando em grau bem menor, por exemplo, a dimensão econômica da tecnologia. Como discutimos em nossa pesquisa, a Tecnologia é uma possível vertente para discutirmos aspectos sobre a relação entre Ciência e Sociedade; inclusive algumas professoras fazem isso. Mas os manuais didáticos, excetuando os das escolas técnicas, acabam por deixar as discussões sobre tecnologia em um plano periférico ao texto central do livro, além de abordarem as dimensões mais simplistas da Tecnologia[26].

[26]Consideramos que as abordagens dos manuais sejam simplistas quando comparadas com as dimensões possíveis de se dar à Tecnologia, como foi discutido no Capítulo I.

Uma outra maneira que enxergamos que talvez pudesse ampliar as discussões sobre as relações CTS no ensino da Biologia, seria através da relação entre *pesquisa e ensino*, que porventura as professoras façam no seu trabalho. O que identificamos é que pouco ou nenhum intercâmbio há entre o que as professoras desenvolveram no trabalho como pesquisadoras e o que fazem no magistério. O fato de terem vivenciado um trabalho de pesquisa, com todos os seus interferentes que nos contaram nas entrevistas, poderia ser explorado e quem sabe redimensionaria o papel que atribuem à Ciência na nossa Sociedade e, principalmente, abordariam quais são os interferentes sociais que incidem sobre o trabalho científico.

Este caso da relação entre pesquisa e ensino foi um no qual identificamos que as professoras acabam dicotomizando a relação entre a teoria e a prática. Apesar de trazerem informações, para seus alunos em sala de aula, sobre os trabalhos que realizaram em institutos de pesquisa, universidades ou indústrias, geralmente se restringem a ilustrar o conceito científico que estão discutindo com exemplos das técnicas que utilizavam em seu trabalho de pesquisa. Com isso, acabam por reforçar o modelo hierárquico na interação Ciência e Tecnologia.

Então, os elementos da prática profissional das professoras associados à sua atividade no Magistério são os que mais se relacionam com as concepções que têm a respeito da interações CTS. O que vimos se expressando nos manuais didáticos, nos planejamentos de ensino e nas aulas são bem mais preponderantes no tratamento dos conteúdos do que aquilo que as professoras nos disseram sobre o seu trabalho com atividades de pesquisa, em laboratórios de análises clínicas ou em indústrias.

Como dissemos, as professoras vêm pouca ou nenhuma relação entre as teorias científicas que enfatizam em suas aulas e a prática científica que vivenciaram. No caso das professoras das escolas técnicas, a sua experiência em trabalho no campo industrial, levam-nas a uma discussão mais detalhada a respeito de tecnologia, mas não superam, na maioria das vezes, a visão de que tecnologia são técnicas ou instrumentos,

associando-a à Ciência e, mais raramente, à Economia. Não discutem, por exemplo, quais são os elementos da tecnologia associados com marketing, com eficiência de produção industrial, com a substituição da força de trabalho, aspectos que certamente foram por elas vivenciados.

Com as outras instâncias de análise que elegemos - *Apropriação do conhecimento científico* e *Relação entre culas teóricas e aulas práticas* - encontramos destaque para uma associação entre teoria e prática.

Ao tratarem da *Apropriação do conhecimento científico*, as professoras estabelecem uma associação na qual a teoria (conhecimento a ser adquirido) é primordial ao desenvolvimento da prática social (profissão; dia-a-dia do aluno). Não ocorre, porém, alusão a uma interação de mão dupla entre teoria e prática.

Também no caso da *Relação entre aulaa teóricas e aulas práticas*, é evidente a visão de que, para as professoras, a teoria é anterior à prática e sua determinante. Com isso, o laboratório de aulas práticas acaba não sendo encarado como um local propício à construção de um novo conhecimento pelo aluno e pelo professor. Na nossa opinião, no espaço do laboratório, a partir de elementos trazidos da prática do professor e do aluno poderia ser problematizada uma situação, para a qual se necessita idealizar ações ou atividades (busca de conhecimento e/ ou teoria) para rever os próprios conhecimentos e a partir de novas concepções ter uma prática diferente da anterior.

Ao relacionar as aulas teóricas com as aulas práticas, as professoras também reforçam a visão dicotômica entre teoria e prática. Essa dicotomia pôde ser identificada com maior intensidade ao tratarem das relações entre Ciência e Tecnologia, que uma vez mais se centrou no modelo hierárquico. Por exemplo, nas aulas práticas, o aluno pode ver como se aplica o conhecimento científico, utilizando-se de instrumentos e técnicas ou, mesmo, obtendo produtos derivados de processos fermentativos dos microrganismos. Todos os procedimentos e a base científica para a sua análise, na maioria das vezes, foram descritos anteriormente em aulas teóricas .

Também, ao estabelecerem relações entre Tecnologia e Sociedade, as professoras reforçam a dicotomia entre teoria e prática. Isso é muito mais evidente no caso das escolas técnico-profissionalizantes. Por exemplo, com o treinamento em técnicas específicas de Microbiologia - que mesmo acontecendo em aulas práticas, tem cunho teórico - é pretendido capacitar o aluno para a sua atuação social futura, ou seja, a prática social.

A relação dicotômica entre teoria e prática no discurso e na prática das professoras pode ser reflexo, na nossa opinião, da concepção de sociedade que elas têm, por estabelecerem um limite entre Escola e Sociedade. Considerando essa última como um *"mundo lá fora"*, os elementos da prática social raramente vão "adentrar" no espaço escolar, configurando-se em pontos de partida e/ou de chegada para uma teorização. A prática social do aluno, para as professoras, acontece fora da escola ou acontecerá em um futuro próximo. Dentro dessa perspectiva, torna-se difícil a busca de uma articulação mais criativa entre teoria e prática. Acreditamos que os elementos oriundos da prática do aluno e das professoras devem ser levados em consideração e articulados com a teoria, discutida em sala de aula, de um maneira mais abrangente e significativa do que somente o esclarecimento de dúvidas a respeito de alguma notícia de revista , jornal ou televisão, ou do que um treinamento e capacitação para trabalho técnico futuro.

De toda a discussão que empreendemos no nosso trabalho de pesquisa, vislumbramos algumas possibilidades de trabalho dentro de um contexto de ensino centrado nas relações entre Ciência/ Tecnologia/ Sociedade. Longe de estarmos querendo ditar o que deve ser feito em sala de aula, apontaremos a seguir algumas idéias e reflexões, que qualificamos como *sugestões*. São alguns aspectos que consideramos interessantes de serem trabalhados e que já estão presentes no discurso ou na prática das professoras que participaram de nossa pesquisa.

O que abordaremos às vezes poderá ser considerado em discussões com o professores em grupos de estudo ou em projetos de capacitação e formação continuada. Para outros pontos, acreditamos ser necessária a busca de maiores informações e conhecimento, através de pesquisa com projetos de investigação.

Com o movimento CTS dentro do currículo de Biologia, espera-se estimular a tomada de atitudes do aluno, levando-o a participar da sociedade moderna no sentido de busca de alternativas para a aplicação de Ciência e Tecnologia. Em nossa opinião, é necessário que se redimensionem os conceitos de Ciência e Tecnologia, a fim de que não insistamos na manutenção de uma perspectiva da neutralidade desses elementos. Se, com o ensino de Biologia, gostaríamos de possibilitar ao nosso aluno uma transformação da realidade, é fundamental que não restrinjamos as abordagens das interações dos elementos Ciência e Tecnologia, entre si e com a Sociedade.

Para tanto, as três instâncias de análise que escolhemos podem nos fornecer algum panorama para o tratamento dessas relações CTS. Seria interessante, por exemplo, que a apropriação do conhecimento científico pelo aluno acontecesse dentro de uma perspectiva de transformação concreta da realidade, não se restringindo apenas ao plano idealizado das mudanças. Um caminho seria a existência de projetos de análise e intervenção em uma realidade, com a busca do entendimento, conscientização e ações para levar à sua mudança. Isso já ocorre em algumas escolas, porém a apropriação do conhecimento científico se restringe à informação e ao conhecimento da realidade.

Uma maior interação entre pesquisa e ensino seria fundamental para ampliar as discussões a respeito das interações entre Ciência e Sociedade, Ciência e Tecnologia e Tecnologia e Sociedade. Isso poderia ocorrer se as professoras explorassem outros elementos da sua vivência profissional fora da sala de aula, que não fossem apenas aqueles relacionados diretamente com esclarecimento de conceitos ou com o objetivo de ilustrá-los. Assim, a dinâmica e a inter-dependência entre Ciência, Tecnologia e Sociedade poderiam ser discutidas dentro de um enfoque mais abrangente. Nesse caso,

a interação entre pesquisa e ensino é uma das vertentes para explorar as relações CTS dentro do ensino da Biologia que apareceu em nosso trabalho, como um dos caminhos que merecem uma investigação mais detalhada.

Dentro do que ocorre com maior freqüência nas escolas, a mudança da perspectiva existente da relação entre aulas práticas e aulas teóricas também ampliaria as discussões sobre as relações CTS. Há a necessidade de não se associar a aula prática com reforço ou ilustração da aula teórica, pois assim fica difícil que exploremos os elementos que são característicos da própria atividade prática - não encarada apenas como aulas de laboratório. Já que é forte a associação de atividade prática com aula de laboratório, é imprescindível que dimensionemos o laboratório como um espaço de construção de conhecimento. Sendo assim, o laboratório não precisa ser um ambiente somente interno, da escola. Há outros espaços sociais que podemos considerar como tendo a função do laboratório, como por exemplo fábricas, indústrias, estações de tratamento de água, reservas ecológicas, postos de saúde. Esses locais são geralmente visitados por muitos professores e seus alunos, mas raramente se associa a visita com a busca de um novo conhecimento, como a investigação daquela realidade; de como naquele espaço social, encontram-se presentes elementos da ciência e da tecnologia; de como a apropriação e a construção do conhecimento científico e do tecnológico ocorrem aí.

E, por fim, ao buscarmos uma interação entre teoria e prática no ensino, é importante que a prática do aluno possa ser qualificada como social. Se ela ocorre numa determinada Sociedade, essa tem que ser explicitamente caracterizada e os elementos que dela fazem parte ou a determinam (como a Ciência e a Tecnologia) devem então ser contextualizados.

# BIBLIOGRAFIA

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

_____. Science - technology - society Science education development; from curriculum policy to student learning. In: **Conferência Internacional sobre Ensino de Ciências para o século XXI: ACT - Alfabetização em ciência e tecnologia**, 1. Brasília, jun. 1990. mimeo.

_____ ; FLEMING, R. & RYAN, A.. High school graduate's beliefs about science-technology-society I: Methods and issues im monitoring student views. **Science Education**, v.71, p. 145-161, 1987.

ALVES, A.. J. O Planejamento de Pesquisas Qualitativas em Educação. **Cad. Pesq.**, n.77, p. 53-61, maio 1991.

AMARAL, I. A. **Em busca da Planetização** - do ENSINO DE CIÊNCIAIS para a EDUCAÇÃO AMBIENTAL. Campinas, 1995. Tese (Doutorado em Educação). - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas.

AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE. Science for all americans - The Nature of Science (cap. 1). **Bull. Sci. Tech. Soc.**, vol 10, p. 93-101, 1990.

AMORIM, A. C. R. Gouveia, M.S. F. Cursos de Ciências para professores do 1° grau: elementos para uma política de formação continuada. **Educação e Filosofia**, v. 8, n. 15, p.123-126, jan/jun. 1994. Resenha.

ANDA, E. & IGLESIAS, J.R. C&T como instrumento da divisão internacional do trabalho. **Ciência e Cultura,** v. 39, n. 01, p. 47-55, 1987.

ANDRÉ, M. E. D. A. Estudo de Caso: seu potencial na educação. **Cad. Pesq.,** n.15, p.51-54, maio 1984.

BAKER, W. O. Science and Technology. **Daedalus**, v. 109, n.1, p. 83-109, 1980.

BARNES, B. & EDGE, D. (Ed.) **Science Context**. England: Open University Press, 1982. Parte Três: The Interaction of science and technology.

BEN-CHAIM, D. & ZOLLER, U. The STS outlook profiles of Israeli high-scholl students and their teachers. **Int. J. Sci. Educ.**, v. 14, n. 4, p. 447-458, 1991.

BYBEE, R.W. Science Education and the Science-Technology - Society (STS) Theme. **Science education,** v.71, n.5, p. 667-683 , 1987.

CALVINO, I. **Palomar**. (Trad. Ivo Barroso). São Paulo: Companhia das Letras, 1994.

CASTELLANI, B. R. Organizando o Currículo - Biologia. In: SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação - Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. **Escola em Movimento**. São Paulo: SE/CENP, 1994, p. 48-50.

CHALMERS, A. **A Fabricação da Ciência** (Trad. de Beatriz Sidori). São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1994. p. 151-164.

CICCOTTI, G; CINI, M. & DE MARIA, M. La producción de la ciencia en la sociedad capitalista avanzada. In: ROSE, H. & ROSE, S. (Org.) **Economía Politica de la Ciencia**. México: Nueva Imagen, 1979. p. 73-104.

COLETÂNEA CBE. Trabalho e Educação. Campinas, SP: Papirus: Cedes; São Paulo: Ande, Anped, 1992.

COSTA, A. Mostras CTS como fator de mudança nos códigos educacionais em escolas públicas. **Coletânea do V Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia.** São Paulo: USP/ Faculdade de Educação, p. 215-217, 1994.

_____ . Projetos para feiras de ciências a partir da integração CTS nos currículos de Biologia. **V Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia**. São Paulo: USP/ Faculdade de Educação, resumo n. 91, 1994.

Dal PIAN, M. C. O Ensino de Ciências e Cidadania. **Em Aberto**, Brasília, ano 11, n. 55, p. 49-56, jul/set 1992.

DAUGS, D. R. Technology Process Skills. **Bull. Sci. Tech. Soc.**, vol. 10, p. 197-200, 1990.

DEMO, P. **Pesquisa e Construção de Conhecimento: metodologia científica no caminho de Habermas**. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1994.

DIRETORIA DA SBPC. A Defesa da Ciência e da Tecnologia pela comunidade. **Ciência e Cultura**, vol. 40, n. 11, p. 1043-1044, nov./1988.

DURBIN, P. T. Defining STS: can we reach consensus? **Bull. Sci. Tech. Soc.**, vol. 11, p. 187-190, 1991.

FÁVERO, M.L.A. Análise das práticas de formação do educador: especialistas e professores. **R. Bras. Est. Ped.** Brasília, v. 68, n.160, p. 524-559, set./dez, 1987.

FAZENDA, I. (Org.) **Metodologia da Pesquisa Educacional**. São Paulo: Cortez, 1991.

FENSHAM, P. J. Approaches to the teaching of STS in science education. **International Journal of Science Education**, vol. 10, n.4, 1988.

FERRETI, C. J. ; ZIBAS, D. M. L.; MADEIRA, F. R. & FRANCO, M. L. P. B. **Novas Tecnologias, Trabalho e Educação**: um debate multidisciplinar. Petrópolis: Vozes, 1994.

FIGUEIREDO, V. **Produção Social da Tecnologia.** São Paulo: EPU, 1989.

FLEMING, R. W. High-School Graduate's Beliefs about Science- Technology- Society. II. The Interaction Among Science, Technology and Society. **Science Education**, vol. 71, n. 2, p. 163-186, 1987.

FRACALANZA, H. **O Que Sabemos Sobre os Livros Didáticos para o Ensino de Ciências no Brasil**. Campinas, 1992. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas.

_____; AMARAL, I. A.. & GOUVEIA, M. S. F. **O ensino de ciências no Primeiro grau.** São Paulo: Atual, 1986, 123p.

FRANCO, M. L. P. B. **Ensino médio: desafios e reflexões.** Campinas: Papirus, 1994, 185p. (Coleção magistério, formação e trabalho pedagógico)

_____. Ouvindo os alunos: em busca de caminhos para uma nova concepção de ciência e tecnologia. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n.79, p.17-25, novembro de 1991.

FREITAG, B. Prefácio. In: MOREL, R. L. M. **Ciência e Estado**: A Política Científica no Brasil. São Paulo: T.A. Queiroz, 1979. p. XV- XXVI.

GARCIA, L. A. M. O professor em contrução: educação ambiental e científico-tecnológica no currículo de ciências. **V Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia**. São Paulo: USP/Faculdade de Educação, resumo n. 45, 1994.

GARDNER, P. Representations of the Relationship between Science and Technology in the Curriculum. **Studies in Science Education,** n. 24, p. 1-28, 1994.

_____. Science, Technology, and Society: some philosophical reflections on a Grade 11 Course. **The Journal of Educational Thought**, vol. 27, n. 3, p. 273-300, december 93.

GASKELL, P. J. Science Education for Citizens: Perspectives and Issues I. Science, Technology for Science Teachers. **Studies in Science Education**, n.9, p. 33-46, 1982.

GILBERT, A. F. Technology as liberal arts: impacts. **Bull. Sci, Tech. Soc.**,vol. 12, p. 211-215, 1992.

GÖEDERT, A.. P. O professor pesquisador e suas relações com a ciência, a tecnologia e a sociedade - CTS, com um princípio educativo. **V Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia**. São Paulo: USP/Faculdade de Educação, resumo n. 70, 1994.

GOTTLIEB, O. R. Ciência e Tecnologia: um casamento infeliz. **Ciência e Cultura**, vol. 35, n. 2, p. 185-189, fev./1983.

GOUVEIA, M. S. F. Atividades de Ciências: a relação teoria-prática no Ensino. **Ensino em Re-Vista**, v. 3, n.1, p. 9-14, jan./dez. 1994.

_____. **Cursos de Ciências para Professores do 1° Grau: Elementos para uma Política de Formação Continuada**. Campinas, 1992. Tese (Doutorado em Educação - Metodologia de Ensino) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas.

GRANGER, Gilles-Gaston. **A Ciência e as Ciências** (Trad. de Roberto Leal Ferreira). São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1994. p. 11-39.

GRAY, J. R. Curriculum Design Considerations for Technology Education. **Bull. Sci. Tech. Soc.**, vol. 9, p. 33-45, 1989.

GROSSHANS, R. R. A Critical Perspective on STS: STS, School Reform, and Corporate Conceptions of Education for Work. **Bull. Sci. Tech. Soc.**, vol 11, p. 200-207, 1991.

GUIMARÃES, R. Retrocesso ameaça pesquisa. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 17 set. 1995. Caderno Mais, p. 14.

HART, E. P. & ROBOTTOM, I. M. The Science-Technology-Society Movement in Science Education: A Critique of the Reform Process.**J. of Research in Science Teaching**, v. 27, n. 6, p. 575-588, setembro de 1990.

HODSON, D. & REID, D. J. Science for all - motives, meanings and implications. **The Social Science Review**, v.69, n.149, p. 653-661, 1988.

HOFSTEIN, A. ; AIKENHEAD, G. & RIQUARTS, K. Discussions over STS at the Fourth IOSTE Symposium. **Int. J. Sci. Educ.**, v.10, n. 4, p. 357-66, 1988.

HURD, P. D. Biology Education. In: HARMS, N. C. & YAGER R. E. -**What Research says to the Science Teacher**. vol 3, p. 12-32, 1981.

HURD, P. H. Ciência- Tecnologia- Sociedade: um novo contexto para o ensino da ciência no secundário. **Revista de Ciência/ Tecnologia/ Sociedade**, p. 50-55 , mai./ago. 1987.

JANEIRA, A. L. Ciências e Técnicas entre o Bem e o Mal. **Revista de Ciência/ Tecnologia e Sociedade**, p. 07-13, mai./ago. 87.

KELLE, V. **La ciencia como componente del sistema social**. Tomo 1. Academia de Ciencias da Russia: Moscou, 1981. p. 68-88

KNELLER, G. F. Ciência e Tecnologia. In: _____ **A Ciência como Atividade Humana**. Rio de Janeiro: Zahar; São Paulo: EDUSP, 1980. p. 245-270.

KRASILCHIK, M. **O Professor e o Currículo das Ciências**. São Paulo: EPU/EDUSP, 1987.

LAYTON, D. Reavaluing the T in STS. **International Journal of Science Education**, v. 10, p. 367-378, 1988.

LOPES, J. L. Ciência, Educação e Desenvolvimento - para que sociedade? In: ANDERSON, S. & BAZIN, M. **Ciência e [In] Dependência** - O Terceiro Mundo face à Ciência e Tecnologia. Lisboa: Livros Horizonte, 1977. p. 11-18.

MAAR, W. L. Ciência e Sociedade: Algumas Considerações sobre suas Relações de Interdependência. **Revista de Ensino de Física**, vol. 3, n. 3, p. 59- 67, set./ 1981.

MALAJOVICH, M. A. Ética e Tecnologia no 2° grau: o que discutir? como discutir? **Coletânea do V Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia**. São Paulo: USP/Faculdade de Educação, p. 60-61, 1994.

McCOMAS, W. F.; BLUNCK, S. M. ; Mc ARTHUR, J. M. & BROCKMEYER, M. A. Changing the Focus: Fostering Development of Science, Technology, and Society Programs in Schools. **Bull. Sci. Tech. Soc.**, vol 12, p. 294-298, 1992.

McCONNEL, M. C. Teaching about Science, Technology and Society at the econdary school level in the United States - An educational dilemma for the 1980s. **Studies in Science Education**, v. 9, p. 1-32, 1982.

MIKÚLINSKI, S.; VORONKOV, Y & VOLODARSKI, A. **Ciencia y tecnica:** humanismo y progresso. Tomo 1. Academia de Ciencias da Russia: Moscou, 1981. p. 05-25.

OST, D. H. & YAGER, R. E. Biology, STS & Next Steps in Program Design & Curriculum Development. **The American Biology Teacher**, vol 55, nº 5, p.282-287, maio 1993.

PIEL, E. J. Interaction of Science, Technology, and Society in Secondary Schools. In: HARMS, N.C. & YAGER, R.E. **-What Research says to the Science Teacher.** vol 3, p. 94- 112, 1981.

RATTNER, H. **Tecnologia e Sociedade**: uma proposta para os países subdesenvolvidos. São Paulo: Brasiliense, 1980. p. 147-173.

RAVETZ, J. A. New Social Contract for Science. **Bull. Sci. Tech. Soc.**, vol. 8, p. 20-30, 1988.

ROSE, H. & ROSE, S. **Science and Society**. London: Penguin Books, 1970

RUBBA, P. A.. & HARKNESS, W. L. Examination of Preservice and In-Service Secondary Science Teachers' Beliefs about Science-Technology-Society Interactions. **Science Education**, v. 77, n.4, p. 407-431, 1993.

RUSSEL, N. Teaching biology in a wider context: the history of the discipline as a method 1. **Journal of Biological Education**, v. 22 , n.1., p. 45-50, 1988.

SANT'ANNA, V. M. **Ciência e Sociedade no Brasil**. São Paulo: Símbolo, 1978. p. 19 -31.

SANTOS, W. L. P. **O Ensino de Química para Formar o Cidadão**: principais características e condições para a sua implantação na escola secundária brasileira. Campinas, 1992. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas.

SÃO PAULO (Estado) Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. **Proposta curricular para o ensino de Ciências e Programas de Saúde - 1° grau**. 5 ed. São Paulo: SE/CENP, 1992.

SÃO PAULO (Estado) Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. **Proposta curricular para o ensino de Biologia: 2° grau**. 3 ed. São Paulo: SE/CENP, 1992.

SOLBES, J. & VILCHES, A. El modelo constructivista y las relaciones ciencia/técnica/sociedad (CTS). **Enseñanza de las ciencias**, v.10, n. 2, 181-186, 1992.

_____. Interacciones ciencia/técnica/sociedad: un instrumento de cambio actitudinal. **Enseñanza de las ciencias**, v.7, n.1, p. 14-20, 1989.

SOUSA, I. S. F. **A sociedade, o cientista e o problema da pesquisa : o caso do setor público agrícola brasileiro.** Brasília: Embrapa-SPI, 1993. 236p.

TESSER, O. Teoria e Prática na Educação. **Educação em Debate.** Fortaleza: n.11, p. 111-123. Janeiro/Junho, 1986.

THIOLLENT, M. Avaliação social da tecnologia. **Rev. Bras. Tecnol.**, Brasília, v. 13, n.3, p. 49-53, jun./jul. 1982.

_____.**Crítica Metodológica, Investigação Social e Enquete Operária**. 4 ed. São Paulo: Polis, 1985, 270p.

TIJMES, P. Neither science nor technology should have the last say. **Bull. Sci. Tech. Soc.**, vol 11, p. 147-154, 1991.

TRIVELATO, S. L. F. **Ciência/ Tecnologia/ Sociedade** : Mudanças Curriculares e Formação de Professores. São Paulo, 1993. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

VARGAS, M. (Org.). **História da Técnica e Tecnologia no Brasil.** São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista: Centro de Educação Tecnológica Paula Souza, 1994. p. 13-35.

VÁSQUEZ, A. S. **Filosofia da práxis** (tradução de Luiz Fernando Cardoso). 4 ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1990.

VELHO, L. M. L. S. Como Medir a Ciência? **Rev. Bras. Tecnol.**, Brasília, v. 16, n. 01, p. 35, 1985.

WAKS, L. J. Ethics and values in Science - Technology - Society Education : converging themes in basic research project. **Bull. Sci. Tech. Soc.**, vo. 13, p. 341-348, 1993.

WOODS, P. **La Escuela por Dentro - La etnografía en la investigación educativa.** Madrid: Ediciones Paidós/M.E.C., 1989. p.77-104

YAGER, R. E. Defining the Discipline of Science Education. **Science Education**, v.68, n. 1, p.35-37, 1984.

_____. The Science/Technology/Society Movement in the United States : Its Origin, Evolution, and Rationale. **Social Education**, april/may: 198-201 1990.

ZACHER, L. Ilusions of Technological Optimism. **Bull. Sci. Tech. Soc.**, vol 2, p. 125-131, 1982.

ZOLLER, U. Teaching/ Learning Styles, Performance, and Student's Teaching Evaluation in S/ T/ E/ S - Focused Science Teacher Education: A Quasiquantitative Probe of a Case Study. **Journal of Research in Science Teaching**. vol. 28, n. 7, p. 593-607, 1991.

_____; DONN, S. ; WILD, R. & BECKETT, P. Teacher's beliefs and views on selected Science - Technology - Society topics: a probe into STS literacy versus indocrination. **Science Education**, vol. 75, n. 5, p. 541-561, 1991.

_____; DONN, S. ; WILD, R. & BECKETT, P. Students' versus their teacher's beliefs and positions on science/technology/society - oriented issues. **Int. J. Sci. Educ.**, vol.13, n. 1, p. 25-36, 1991.

ZOLLER, U; EBENEZER, J; MORELY, S.; PARAS, V.; SANDBERG, C. W.; WOLTHERS, T. & TAN, S. H. Goal attainment in Science- Technology- Society (STS) education and reality : the case of British Columbia. **Science Education**, vol. 74, n. 1, p. 19-36, 1990.

*Manuais Didáticos*

AMABIS, J. M. & MARTHO, G. R. **Fundamentos da Biologia Moderna**. 1. ed. São Paulo: Moderna, 1993.

DUENHA, A. C. P. **Microbiologia**. Campinas, s/d. (mimeo)

FERNÁNDEZ, P. B. & PREGNOLATTO, E. H. **Microbiologia** - Tecnologia de Alimentos. Campinas, s/d. (mimeo)

FONSECA, A. **Biologia**. 34. ed. São Paulo: Ática, 1992.

GOMES, M. F. T. **Aulas Práticas de Microbiologia**. Campinas, 1990. (mimeo)

GOMES, M. F. T. **Microbiologia**. Campinas, 1986. (mimeo)

JUNIOR, C.S. & SASSON, S. **Biologia**. 6. ed. São Paulo: Atual, 1990. v 1-3.

LOPES, S. G. B. C. **BIO**. 14. ed. São Paulo: Saraiva, 1994. v. 1-3.

PAULINO, W. R. **Biologia Atual**. 7. ed. São Paulo: Ática, 1994. v. 1-3.

# ANEXOS

# ANEXO 1

## Conteúdos dos Manuais Didáticos

# Conteúdo da Apostila de Aulas Práticas da Escola A 1


| Prática | Assunto |
|---|---|
| 01 | Identificação de materiais e equipamentos de laboratório |
| 02 | Uso do microscópio |
| 03 | Preparação de meios de cultura |
| 04 | Preparação de soluções |
| 05 | Presença de bactérias em diversos meios |
| 06 | Filtrabilidade de microrganismos |
| 07 | Microrganismos presentes no ar, leite e água |
| 08 | Identificação de bactérias nas fezes |
| 09 | Microrganismos presentes na urina |
| 10 | Experiência de Price |
| 11 | Esterilização em estufa ( calor seco) |
| 12 | Esterilização em autoclave (calor úmido) |
| 13 | Desinfecção |
| 14 | Antibiograma |
| 15 | Tipagem sangüínea |

## Conteúdo da Apostila de Aulas Teóricas de Microbiologia da Escola A1

01. INTRODUÇÃO

1.1. Histórico
1.2. Microbiologia e doenças

02. MICROSCOPIA
2.1. Medidas usadas em microscopia
2.2. Partes do microscópio óptico

03. BACTERIOLOGIA
3.1. A célula bacteriana
3.2. Morfologia bacteriana
3.3. Reações Tintoriais
3.4. Fisiologia bacteriana
3.5. Reprodução das bactérias
3.6. Metabolismo bacteriano
3.7. Ação das bactérias sobre o meio ambiente
3.8. Ação do meio sobre as bactérias
3.9. Morfologia das colônias bacterianas
3.10. Classificação e nomenclatura das bactérias

04. MICROBIOLOGIA DE AMBIENTES ESPECIAIS
4.1. Água
4.2. Leite
4.3. Alimentos
4.4. Solo
4.5. Ar

05. GENÉTICA MICROBIANA
5.1. Variações fenotípicas em bactérias
5.2. Variações genotípicas em bactérias
5.3. Transf. Intercelular e recombinação genética nas bactérias

06. PRINCIPAIS GRUPOS DE BACTÉRIAS
6.1. Estafilococos
6.2. Estreptococos
6.3. Pneumococos
6.4. Neisserias
6.5. Bacilos Gram-positivos esporulados
6.6. Corinebactérias
6.7. Micobactérias
6.8. Bactérias intestinais gram-negativas
6.9. Pequenos bastonetes gram-negativos
6.10. Espiroquetas
6.11. Ricketisias

07. FLORA MICROBIANA NORMAL DO CORPO HUMANO
- 7.1. Flora normal da pele
- 7.2. Flora normal da boca e trato respiratório superior
- 7.3. Flora normal do trato intestinal
- 7.4. Flora normal da uretra
- 7.5. Flora normal da vagina
- 7.6. Flora normal do olho

08. ESTERILIZAÇÃO E DESINFECÇÃO
- 8.1. Agentes físicos
- 8.2. Agentes químicos
- 8.3. Desinfecção e limpeza
- 8.4. Desinfetantes hospitalares
- 8.5. Anti-sépticos

09. QUIMIOTERAPIA ANTIMICROBIANA
- 9.1. Mecanismos de ação dos agentes antimicrobianos
- 9.2. Principais antibióticos
- 9.3. Resistência aos agentes antimicrobianos
- 9.4. Quimioprofilaxia

10. VIROLOGIA
- 10.1. Características gerais dos vírus
- 10.2. Insensibilidade aos quimiterápicos e antibióticos
- 10.3. Intereferência e interferon
- 10.4. Classificação dos vírus

11. IMUNOLOGIA
- 11.1. Virulência e resistência
- 11.2. Resistência inespecífica
- 11.3. Resistência específica ou imunidade
- 11.4. A base celular da resposta imune
- 11.5. Reação de hipersensibilidade

12. BIBLIOGRAFIA

# Conteúdo da Apostila de Aulas Práticas da Escola B

| Prática | Assunto |
|---|---|
| ----- | Preparação de materiais |
| 01 | Exame de material a fresco |
| 02 | Coloração de Gram |
| 03 | Coloração ácido-resistente |
| 04 | Coloração de esporos |
| 05 | Coloração de flagelos |
| 06 | Coloração de cápsulas |
| 07 | Eficiência de agentes químicos |
| 08 | Sobrevivência de m.o. X agentes químicos |
| 09 | Ação oligodinâmica |
| 10 | Preparação de meio de cultura |
| 11 | Obtenção de cultura pura |
| 12 | Conservação de cultura |
| 13 | Características culturais |
| 14 | Nutrição bacteriana |
| 15 | Temperatura X crescimento microbiano |
| 16 | pH X crescimento microbiano |
| 17 | Contagem bacteriana do leite |
| 18 | Preparação do picles |
| 19 | Análise do picles |
| 20 | Flora normal do corpo |
| 21 | Técnica de coleta de água |
| 22 | Contagem padrão - análise de água |
| 23 | Identificação de coliformes |
| 24 | Testes bioquímicos - análise de água |
| 25 | Observação de bolores |
| 26 | Observação de leveduras |

## Conteúdo da Apostila Teórico-Prática de Microbiologia da Escola A2

O mundo microscópico
Microscopia
Esterilização
Coloração
Meio de cultivo
Bactérias
Gêneros bacterianos importantes na bacteriologia dos alimentos
Exame microbiológico da água
Métodos microbiológicos de laboratório
Exame microbiológico de alimentos enlatados
Bolores
Leveduras e fungos levuliformes
Caracterização e identificação de bactérias, bolores e leveduras
Natureza da fermentação industrial
Aguardente de cana
Vinificação
Produção de cerveja
Ácido acético - Vinagre
A propagação de leveduras
Leites fermentados
Chucrute
Produção de enzimas por microrganismos
Principais fermentações industriais

## Tabela 1: Listagem de conteúdos do livro didático adotado na escola C

| UNIDADE I<br>Ecologia | UNIDADE II<br>Citologia,Embriologia e Histologia | UNIDADE III<br>Classificação e Reinos Monera, Protista e Vegetal | UNIDADE IX<br>Biologia e Saúde |
|---|---|---|---|
| Capítulo 1 - *Breve História das Origens* (pag 5 a 7) | Capítulo 5 - *História, Métodos e Técnicas em Citologia* (pag 52, 54 a 59, 60 a 62) | Capítulo 10 - *Os Seres mais Simples* (pag 156 a 173) | Capítulo 26 - *Aprendendo as Causas das Doenças* ( pag. 408 a 415) |
| 1.4. A Origem da Vida | 5.2. Breve histórico da descoberta da célula | 10.1. Introdução | 26.4. Doenças parasitárias<br>- Viroses<br>-Infecções bacterianas<br>- Protozooses |
| -A Teoria da geração espontânea (abiogênese) | 5.3. O microscópio óptico moderno | 10.2. Reino Monera<br>- A estrutura das bactérias<br>- A reprodução das bactérias | |
| Capítulo 2 - *Energia e Matéria na Biosfera* (pag 24 a 25) | - A técnica do esfregaço<br>- A técnica do esmagamento | - A importância das bactérias<br>- A estrutura e a reprodução das cianofíceas ou cianobactérias | |
| 2.4. Os ciclos da matéria<br>- Ciclo do Nitrogênio | - A técnica dos cortes finos<br>- Fixação e coloração | | |
| Capítulo 4 - *Fatores de Desequilíbrio Ecológico* (pag 48 a 50) | 5.4. O microscópio eletrônico<br>Capítulo 7 - *Como as células funcionam* (pag 91 a 94) | 10.3. Reino Protista<br>- As algas<br>- Os fungos<br>- Os protozoários | |
| 4.3. Alterações abióticas nos ecossistemas: poluição<br>- Poluição da água e do solo | 7.4. O citoplasma e suas organelas<br>- As mitocôndrias e a respiração celular | 10.4. Vírus, um caso à parte<br>- A estrutura de alguns vírus<br>- A reprodução dos vírus | |

## Tabela 2: Listagem de conteúdos do livro didático adotado na escola D

| Biologia 1<br>Citologia- Histologia | Biologia 2<br>Seres Vivos - Estrutura e Função | Biologia 3<br>Genética - Evolução - Ecologia- Embriologia |
|---|---|---|
| Unidade 1 - Alguns Grandes Temas da Biologia ( pag. 12 a 14, 38 a 44) | Unidade 5: A Reprodução nos Vegetais (pag. 106 a 128) | Unidade 1 - Genética (pag. 136 a 144, 147 a 150) |
| Capítulo 3 - *A vida a nível celular* | Capítulo 14 - *Bactérias e Cianofíceas* | Capítulo 13 - *Microrganismos e Biotecnologia* |
| - A descoberta da importância das células | - Introdução | - Os microrganismos |
| - O microscópio eletrônico | - Divisão bactérias | - Introdução |
| | - Divisão cianofíceas | - Os vírus |
| Capítulo 7 - *O Homem e os Micróbios* | | - Bacteriófagos : um DNA-vírus |
| - A descoberta da importância dos microrganismos | Capítulo 15 - *Algas* | - O vírus da Aids: um RNA-vírus |
| - Os micróbios e a geração espontânea | - Introdução | - As bactérias |
| - Os micróbios e as doenças | - As células das algas | - A reprodução sexuada nas bactérias |
| - Os primórdios da bacteriologia | - A reprodução nas alga | - Os avanços da biotecnologia |
| - Microrganismos: os vilões da natureza? | - Os ciclos reprodutivos nos vegetais | - Introdução |
| - Jenner e Pasteur: nascem as vacinas | - A classificação das algas | - Engenharia Genética |
| | | - A técnica do DNA recombinante |
| Leitura: Como nos defendemos dos microrganismos | Capítulo 16 - *Fungos* | - As conquistas da Engenharia Genética |
| | - Introdução | - Algumas biotecnologias relacionadas à agricultura |
| Unidade 4 - O Metabolismo Celular (pag. 151 a 155) | - Reprodução | |
| Capítulo 13 - *Como as células obtêm energia: respiração e fermentação* | - Ficomicetos | Unidade 3 - Ecologia ( pag. 309 a 312, 313 a 317) |
| - Aspectos gerais da respiração e da fermentação | - Basidiomicetos | Capítulo 26 - *O Homem e o Ambiente* |
| - O processo menos eficiente: a fermentação | - Ascomicetos | - A poluição da água doce |
| | - Os líquens | - Poluição biológica |
| Leitura: Os tipos de fermentação | | - A poluição dos mares |

## Tabela 3: Listagem de conteúdos do livro didático adotado na escola

| UNIDADE I<br>Os Seres Vivos | UNIDADE II<br>Ecologia | UNIDADE III<br>Citologia | UNIDADE VIII<br>A Evolução dos Seres Vivos e a Origem da Vida |
|---|---|---|---|
| Capítulo 3 - *Os Vírus* (pag. 16 a 21)<br><br>1. Como se caracterizam os vírus<br>2. Como atuam os vírus<br><br>AIDS<br><br>- O vírus da AIDS<br><br>- Como o vírus age no organismo<br>- Sintomas da AIDS<br><br>- A transmissão da AIDS<br><br>- Como não se transmite a doença<br>- Os testes da AIDS<br><br>- Há perspectivas de cura da AIDS?<br>- Medidas de prevenção<br><br>Capítulo 4 - *Reino Monera* (pag. 22 a 26)<br>1. Algas azuis<br>2. Bactérias<br>- Tipos de bactérias<br>- As atividades das bactérias<br>- A reprodução das bactérias<br>- As bactérias e as doenças<br>- O combate às doenças<br>Capítulo 5 - *Reino Protista* (pag. 27 a 33)<br>1. Protozoários<br>- Estrutura dos protozoários<br>- Doenças causadas por protozoários<br>2. Euglenofíceas ( filo Eugle-nophyta)<br>3. Pirrofíceas ( filo Pyrrophyta)<br>4. Crisofíceas ( filo Chrysophyta)<br>Capítulo 6 - *Reino Fungi* (pag. 334 a 37)<br>1. Ficomicetos<br>2. Ascomicetos<br>3. Basidiomicetos | Capítulo 18 - *Ciclos Biogeoquímicos* (pag. 97,98)<br><br>1. Ciclo do Nitrogênio<br><br>Capítulo 21 - *As sucessões e os desequilíbrios ecológicos (pag.118,119).*<br><br>2. Os desequilíbrios Ecológicos | Capítulo 22 - *As Origens do Estudo da Célula* ( pag. 125 a 131)<br>1. Histórico do conceito de célula<br>2. Métodos de Estudo das Células<br>- Métodos ópticos<br><br>- Microscópio óptico<br><br>- Microscópio eletrônico<br><br>Capítulo 28 - *Metabolismo Energético das Células* (pag. 201, 202)<br>2. Quimiossíntese<br><br>- Fermentação<br><br>Texto: A produção de vinhos | Capítulo 49 - *A origem da vida* (pag. 387 a 390)<br><br>1. As primeiras investigações<br>2. A Terra primitiva<br><br>3. A origem da vida a nível molecular<br>4. Quais foram os primeiros organismos?<br><br>**Encarte Especial**: O que você deve saber sobre a cólera (pag. 391,392)<br>- Origem e propagação da cólera<br>- A descoberta da cólera e sua transmissão<br>- Os caminhos da cólera na América do Sul<br>- Como a cólera se propaga<br><br>- Os sintomas da cólera e seu tratamento<br>- Como evitar a cólera? |

**Tabela 4: Listagem de conteúdos do livro adotado na escola F**

| Volume 1<br>Citologia, Histologia | Volume 2<br>Seres Vivos, Fisiologia, Embriologia | Volume 3<br>Genética, Evolução, Ecologia |
|---|---|---|
| Capítulo 8 - *Respiração Celular* (pág 154 a 157)<br><br>Respiração anaeróbica<br>- A fermentação Alcoólica<br>- A fermentação Láctica<br><br>*Biologia Acontecendo*<br><br>Proteína Sintética: Esperança contra a Aids<br><br>Engenharia Genética: A Grande Revolução Científica deste final de século. | Capítulo 1 - *Classificação do Mundo Vivo* (pág. 19 a 23)<br><br>Vírus<br>- A reprodução dos Vírus<br>- Doenças causadas por vírus<br><br>Capítulo 2 - *Reino Monera* (pág 26 a 33)<br>Bactérias<br>- Tipos morfológicos das bactérias<br>- A reprodução das bactérias<br><br>- Doenças causadas por bactérias<br><br>Cianofíceas ou Algas Azuis<br>- A reprodução das Cianofíceas<br><br>Capítulo 3 - *Reino Protista* (pág. 36 a 48)<br><br>Protozoários<br>- Classificação dos Protozoários<br>- Principais Protozoários causadores de doenças<br>- A reprodução dos Protozoários<br><br>Algas Protistas<br><br>Capítulo 4 - *Reino Fungi* (pág. 52 a 58)<br><br>- Caracteristicas Gerais dos Fungos<br>- Classificação dos Fungos<br>- Líquens | Unidade I - Genética e Evolução<br>Capítulo 6 - *A Origem da Vida* (pág 88 a 93)<br>- Biogênese x Abiogênese<br><br>Unidade II - Ecologia<br>Capítulo 10 - *Ciclos Biogeoquímicos* (pág 151 a 154)<br>Ciclo do Nitogênio<br>- A fixação biológica do N2<br>- A nitrificação<br><br>Capítulo 15 - *Desequilíbrios Ambientais* (pág 230,231,237, 238, 239)<br><br>Poluentes<br>- Eutrofização<br><br>- Detergentes<br><br>Controle Biológico |

## Tabela 5: Listagem de conteúdos do livro didático adotado na escola G

| BIO 1 | BIO 2 | BIO 3 |
|---|---|---|
| **Introdução à Biologia e Origem da Vida, Citologia, Embriologia, Histologia** | Seres Vivos | Genética, Evolução, Ecologia |
| Parte 1 - Introdução à Biologia e Origem da Vida (pag 39 a 41)<br>Capítulo 4 - *Origem da Vida*<br><br>1. Introdução<br>2. A evolução da Controvérsia entre os adeptos da Abiogênese e da Biogênese<br><br>Parte 2 - Citologia (pág 50 , 96 a 98)<br><br>Capítulo 5 - *Introdução à Citologia*<br><br>1.A doutrina celular<br><br>Capítulo 10 - *Fermentação e Respiração*<br>1. Introdução<br><br>2. Fermentação<br>2.1. Fermentação Láctea<br>2.2. Fermentação Alcoólica<br>Apêndice 1 - *O Microscópio* (pag 260 a 263)<br>- O microscópio : noções gerais<br>- O microscópio Óptico (MO)<br>- O microscópio Eletrônico (ME)<br><br>Apêndice 2 - *Algumas Técnicas em Microscopia* (pag 264 ,265)<br>- Como preparar um material para ser observado ao microscópio óptico<br><br>- Como utilizar o microscópio óptico<br>- Como calcular o aumento do microscópio composto<br>- Observação do fenômeno osmótico em células vegetais<br><br>Apêndice 3 - *Observação de Algumas Células ao Microscópio Óptico* (pag 266 a 269) | Parte 2 - Os Vírus<br><br>Capítulo 2 - *Os Vírus* (pag 18 a 30)<br><br>1.Introdução<br>2.Estrutura dos Vírus<br>3.Bacteriófagos<br><br>4.Vírus de Plantas<br>5.Vírus de Animais<br><br>6.Estrutura do Vírus da AIDS<br><br>7.Ciclo de vida do vírus da AIDS<br><br>8.Células - alvo do vírus da AIDS<br><br>9.A AIDS<br><br>10.Transmissão do vírus da AIDS e medidas profiláticas<br>11.Outras doenças causadas por vírus<br><br>Parte 3 - Os Moneras (pag 34 a 43)<br>Capítulo 3 - *Reino Monera*<br>1.Introdução<br>2.Morfologia das Bactérias<br>3.Bactérias heteótrofas<br>4.Bactérias antótrofas<br>5.Bactérias patogênicas<br>6.Reprodução das bactérias<br>7.Morfofisiologia das cianobactérias<br>Leitura Complementar: Bactérias reprogramada geneticamente pelo homem.<br>Parte 4 - Os Protistas (pag 47 a 59)<br>Capítulo 4 - *Reino Protista*<br>1.Introdução<br>2.Protozoários<br>3.Algas<br>Leitura Complementar: Maré Vermelha Parte 5 - Os Fungos (pág. 64 a 77)<br>Capítulo 5 - *Reino Fungi*<br>2.Caractersiticas gerais dos fungos<br>3.A classificação dos fungos<br>4.Estrutura e reprodução dos zigomicetos<br>5.Estrutura e reprodução dos ascomicetos<br>6.Estrutura e reprodução dos basidiomicetos<br>7.Diversidade dos mastigomicetos | Parte 3 - Ecologia (pag 203 a 208,266, 267)<br><br>Capítulo 17 - *O Fluxo de Energia e o Ciclo da matéria nos Ecossistemas*<br>4.Os ciclos biogeoquímicos<br><br>Leitura Complementar: Os organismos fixadores do nitrogênio<br><br>Capítulo 23 - *A quebra das Sinergia Ambiental*<br><br>7.Poluição Térmica<br>8.Concentração de Poluentes ao Longo das Cadeias alimentares<br>11.Poluição por derramamento de Petróleo |

# ANEXO 2

## Extratos dos Manuais Didáticos com Exemplos das Relações CTS

| | Exemplos de Relações entre Ciência e Tecnologia |
|---|---|
| **CIÊNCIA PRECEDE TECNOLOGIA** | "A diferença entre os microscópios óptico e eletrônico é que neste último não é utilizada a luz, mas sim feixes de elétrons acelerados. As lentes do microscópio eletrônico não são de vidro, mas sim espécies de bobinas, chamadas de lentes eletromagnéticas." *(LD - Escola C)* |
| | "(...) os testes sorológicos (sangüíneos) baseiam-se na reação antígeno-anticorpo apresentada pelos seres vivos." *(LD - Escola E)* |
| | "Biotecnologia é o conjunto de técnicas em que se usam as propriedades do material biológico para finalidades bastante diversificadas."*(LD - escola D)* |
| | "A Microbiologia, ciência que estuda os microrganismos, permite a familiarização necessária com esse grupo microscópico e oferece condições para o aprimoramento do conhecimento nos mais diversos campos da ciência, desde o estudo da citologia bioquímica e da imunização das populações, até os sofisticados estudos da engenharia genética e da exploração da vida no espaço." *(LD - Escola F)* |
| | "Algumas bactérias heterótrofas são largamente utilizadas na produção de iogurtes, requeijão e queijos. Os iogurtes são produzidos mediante a fermentação do açúcar do leite, realizada principalmente por dois tipos de bactérias: o **Lactobacillus bulgaricus** e o **Streptococcus thermophilus.**" *(LD - Escola G)* |
| | "(...) para estudar as células podemos usar métodos ópticos ou citoquímicos. Os primeiros permitem o exame morfológico dos componentes celulares, enquanto os segundos nos fornecem o conhecimento das suas estruturas."*(LD - Escola C)* |
| | "Preparar meios de cultura para desenvolvimento de microrganismos. Os meios já preparados serão colocados em placas de petri e em tubos de ensaio. " *(Apostila - Escola A1)* |

| | Exemplos de Relações entre Ciência e Tecnologia |
|---|---|
| **CIÊNCIA E TECNOLOGIA SÃO INDEPENDENTES** | "(...) não adianta aperfeiçoar a parte óptica do microscópio, no sentido de obter aumentos cada vez maiores, sem se conseguir, ao mesmo tempo, lentes que permitam ver com nitidez os detalhes estruturais do objeto."*(Apostila - Escola A1)* |
| | "(...) Embora estas substâncias tenham sido isoladas inicialmente de filtrados do meio nos quais seus respectivos bolores ou bactérias haviam crescido, diversas foram posteriormente sintetizadas. Nos últimos anos, modificações químicas nas moléculas, através de biossíntese, têm-se revelado um método notável de aparecimento de novas drogas."*(Apostila - Escola A1)* |
| | "A rapidez das novas descobertas foi tal, que na atualidade são várias centenas de substâncias valiosas as que se obtém partindo de matérias-primas econômicas ou facilmente acessíveis, graças à exploração dirigida da polifacética surpreendente capacidade metabólica dos microrganismos."*(Apostila - Escola A2)* |
| | "As contagens viáveis e total são ambas algo tediosas e, para muitas finalidades, o crescimento bacteriano pode ser conveniente medido por um meio indireto: a determinação do grau de dispersão luminosa produzido por uma suspensão de células. Quando pequenos objetos tais como células bacterianas são suspensas homogeneamente num líquido, sua capacidade de dispersão de luz é proporcional, dentro de limites, à sua concentração. (...) A dispersão de luz pode ser adequadamente medida com dispositivos fotoelétricos especiais. O mais usado comumente (embora menos sensível) é o colorímetro, em que a intensidade relativa de um feixe luminoso e medida antes e após a transmissão através de um líquido(...) Um instrumento mais sensível é o nefelômetro, que mede diretamente a quantidade de luz dispersa. O aparelho registra a luz que se dispersa em ângulos retos com um feixe de luz passado através da suspensão."*(Apostila - Escola A2)* |
| | "Noções sobre funcionamento de equipamentos utilizados na Estação de Tratamento de Água; comparação com tecnologias utilizadas em outras estações do Brasil; volume de água tratado por dia; funcionários responsáveis pelas diferentes funções; como resolver problemas de ordem prática (lavagem de filtros, proteção das tubulações, sistemas auxiliares para fornecer energia elétrica no caso de um 'black-out'); origem de equipamentos, se nacionais ou importados. *(Filme - Escola B)* |

| | Exemplos de Relações entre Ciência e Tecnologia |
|---|---|
| **A TECNOLOGIA PRECEDE A CIÊNCIA** | "A natureza e a estrutura dos vírus só puderam ser conhecidas após a introdução da microscopia eletrônica com o emprego de técnicas de raios X e de análises bioquímicas." *(LD - Escola E)*<br><br>"Poucos anos depois da experiência de Redi, Anton Leuwenhoek (naturalista holandês) aperfeiçoou o microscópio, permitindo o desenvolvimento de um novo mundo, até então desconhecido pela ciência: o mundo dos micróbios." *(LD - Escola F)*<br><br>"A história do estudo da célula é na realidade a história do microscópio. Os progressos feitos no conhecimento das células sempre estiveram diretamente ligados ao desenvolvimento dos instrumentos adequados a seu estudo."*(LD - Escola D)*<br><br>"Com o advento do microscópio óptico, no século XVII, um novo universo foi descoberto: o universo das coisas microscópicas, de tudo o que não pode ser visto a olho nu. **A Citologia**, ciência que estuda a célula, teve, então, o seu início." *(LD - Escola G)*<br><br>"O aprimoramento de novas técnicas, bem como o desenvolvimento de novos métodos de fermentação para a produção de enzimas por microrganismos, conduziram esse importante campo de estudos à possibilidade da produção de novos sistemas enzimáticos que não poderiam ser obtidos de tecidos vegetais e animais. Pode-se afirmar, com toda segurança, que as enzimas de origem microbiológica são as que apresentaram um futuro bastante promissor." *(Apostila - Escola A2)* |

| | Exemplos de Relações entre Ciência e Tecnologia |
|---|---|
| **TECNOLOGIA E CIÊNCIA SÃO INTER-DEPENDENTES** | "Essa tecnologia permite isolar e modificar genes e eventualmente enxertá-los em células diferentes das de origem. Além do evidente avanço sobre o conhecimento de como funcionam os genes, essas técnicas permitem a produção de substâncias úteis à indústria e à Medicina."*(LD - Escola D)*<br><br>"A pesquisa, evidentemente, afetará grandemente o desenvolvimento dos produtos futuros. Importantes pesquisas estão em andamento, envolvendo (1) o 'condicionamento' dos microrganismos para desempenharem tarefas especiais - a elucidação do código genético pode ser nisso um fator significativo - e (2) o uso de fontes mais baratas de carbono, particularmente hidrocarbonetos e gás natural, para biossíntese. O potencial completo dessas pesquisas está ainda para ser avaliado. Certamente, a perspectiva a longo prazo, para os processos de fermentação, é indubitavelmente brilhante." *(Apostila - Escola A2)*<br><br>"O desenvolvimento industrial da produção da penicilina revelou-se, dentre os problemas tecnológicos envolvendo o emprego de microrganismos, como o mais difícil e complexo jamais empreendido. Em fermentações industriais anteriores, o produto final comercialmente valioso havia sempre sido um dos principais produtos metabólicos microbianos. A penicilina, ao contrário, é essencialmente um produto metabólico do fungo que a produz. Quando se iniciou o trabalho nos laboratórios americanos, os melhores rendimentos de penicilina obtidos com a linhagem original de **Penicillium notatum**, isolada por Fleming, eram quantitativamente insignificantes; a concentração final dessa substância do meio de cultura raramente excedia de 0,01 por cento. Muitos laboratórios atacaram, por isso, imediatamente, dois aspectos puramente microbiológicos do problema: o desenvolvimento de meios que possibilitassem melhores rendimentos de penicilina e o isolamento de novas linhagens de fungo, tanto de ocorrência natural como artificialmente induzidas por agentes mutagênicos, que dessem rendimentos intrínsecos do antibiótico mais elevados do que a linhagem de Fleming. Pelo trabalho conforme essas linhas, em poucos anos, os rendimentos da penicilina foram mais de cem vezes aumentados. Substitui-se o **Penicillium notatum** por certas linhagens de **Penicillium crysogenun.**"*(Apostila - Escola A2)*<br><br>"(...) a introdução da penicilina imediatamente estimulou a busca de outros antibióticos, que pudessem preencher essas lacunas da quimioterapia." *(Apostila - Escola A2)* |

## Exemplos de Relações entre Ciência e Sociedade

"A fermentação alcoólica realizada por certos microrganismos é utilizada na produção de bebidas alcoólicas e pão. A fermentação lática, realizada por bactérias do leite, é utilizada na preparação de iogurtes e queijos."*(LD - Escola C)*

"No entanto, o médico teve de lutar contra o ceticismo da maioria dos cirurgiões da sua época, presos ainda às antigas idéias sobre infecção. Assim, vários anos se passaram até que os novos métodos se impusessem de maneira definitiva." *(LD - Escola D)*

"O interesse na área de pesquisa sobre Aids é tão grande que pelo menos três companhias americanas - além da Genentech, a Biogen e a Smirhkline Beckman - entraram na corrida para a fabricação de CD4" *(LD - Escola F)*

"Infelizmente a malária ainda é incurável, embora sua profilaxia seja teoricamente simples, bastando a construção de casas de alvenaria para impedir o refúgio e abrigo do barbeiro. A dificuldade de erradicação é então mais um problema sócio-econômico do que propriamente médico." *(LD - Escola D)*

"Por causa de sua intensa atividade fotossintetizante, as algas (principalmente as marinhas) são responsáveis pela maior parte do oxigênio colocado diariamente na atmosfera, sendo, por isso, consideradas os verdadeiros 'pulmões do mundo'. Certas algas fornecem materiais de uso comercial; é o caso das diatomáceas, cujas carapaças silicosas são utilizadas em filtração, como material isolante, além de fornecerem um ingrediente para certas tintas e um abrasivo fino que permite o polimento de materiais diversos, como a prata, por exemplo." *(LD - Escola F)*

## Exemplos de Relações entre Tecnologia e Sociedade

"Durante a Segunda Grande Guerra, enorme progresso foi feito no campo das sulfas, muito usadas no tratamento de queimaduras, ferimentos e nas cirurgias, salvando a vida de milhares de combatentes." *(LD - Escola C)*

"Essas notícias permitem entrever, para o futuro, a manipulação por biotecnologias de animais de corte, que tenham, por exemplo, características da alta produção de carne, ou ainda vegetais de alta produtividade."*( LD - Escola D)*

"Espera-se conseguir por intermédio de biotecnologia uma nova geração de vacinas, mais eficientes e mais seguras do que as que existem atualmente." *(LD - Escola D)*

"Diversos tipos de bactérias produzem substâncias de interesse do homem e vêm sendo utilizadas em escala comercial, principalmente por indústrias farmacêuticas e de alimentos. Nesses casos, o próprio programa genético delas é aproveitado. Há algum tempo, as bactérias têm sido reprogramadas geneticamente através de técnicas de manipulação genética (...)" *(LD - Escola G)*

"A presença de bactérias coliformes (bacilos gram - de origem geralmente intestinal) são usadas como indicadores, sendo que sua presença indica contaminação (poluição) da água por esgoto. A presença de **Escherichia coli** na água compromete a sua potabilidade." *(Apostila - Escola A1)*

"Os objetos colimados nas provas microbiológicas empregadas dependem do laboratório que as execute. Os laboratórios ou as agências de controle oficial aplicam-nas para assegurar-se que os alimentos cumpram os padrões regulamentares. Nos sorvetes e leite, por exemplo, calculam o número total de germens, na água de beber o número total das bactérias coliformes e nos morangos, amoras e frutas similares congeladas contam-se os micélios fúngicos. As provas utilizadas tendem, geralmente, ao controle do aspecto sanitário dos alimentos, quer dizer, a sua adequação à saúde do consumidor.
Os laboratórios das fábricas de produtos alimentícios preocupam-se fundamentalmente do controle da qualidade, estudam as matérias primas, os ingredientes e diversas amostras no decorrer do processo de fabricação, manipulação, etc., provando assim que os métodos utilizados por eles são adequados e prevenindo possíveis transtornos. Preocupam-se também do cumprimento dos padrões bacteriológicos (se existem), de que a qualidade do produto seja aceitável e de que não se encontrem presentes microrganismos ou produtos microbianos prejudiciais à saúde do consumidor." *(Apostila - Escola A2)*

"Hábitos culturais de nossa sociedade, na qual é bastante incidente o desperdício de água impõem a aperfeiçoamento no campo da tecnologia, como é o caso da construção de uma Estação de Tratamento de Água nas dimensões do Sistema Cantareira." *(Filme - Escola B)*

# ANEXO 3

## Extratos das Entrevistas

Este anexo tem como objetivo fundamental apresentar ao leitor alguns trechos extraídos das entrevistas das professoras e que foram organizados por nós, por ocasião de uma análise preliminar das entrevistas. Os trechos aqui apresentados foram os que nos permitiram construir uma panorâmica geral e específica de cada professora quanto às concepções das relações CTS que estabelecem no seu discurso. Com essas informações que foram destacadas das entrevistas e que serão apresentadas neste anexo é que pudemos relacionar com os outros dados oriundos do livros didáticos, planejamentos de ensino e aulas, o que foi apresentado no Capítulo 4.

## *1) A Sociedade na concepção das professoras*

As referências que as professoras fizeram a características de uma **sociedade** puderam ser identificadas pela análise de suas falas de uma forma direta - quando apontavam por exemplo problemas sociais - ou indiretamente quando se salientava a importância do conhecimento científico ou tecnológico para a sociedade atual.

Para as professoras das escolas **A1, A2 , B e G**, a participação do aluno na sociedade tem conotação de futuro, quando estiver no campo de trabalho; já as professoras das escolas **C, E** e **F** refere-se à vida do aluno, ou onde o indivíduo vive, contextualizando a inserção do aluno na sociedade numa perspectiva de tempo presente. Os seguintes trechos ilustram como concebem a inserção dos alunos na sociedade.

*"Elas vão trabalhar com pacientes, vão trabalhar no centro cirúrgico, têm que ter noções de assepsia, de como esterilizar um equipamento, de como lavar as mãos, elas precisam saber dessas coisas."* ***(professora da escola A1)***

*"Eu acho importante que eles tenham o conhecimento (...) para trabalharem como profissionais. Tem que ter prática mesmo, sabe? Saber fazer, saber como agir dentro de um laboratório, eles têm que saber muita técnica mesmo e saem daqui com bastante técnica." "Eles têm que ter informação para se virar como técnicos. Porque a rotina deles na indústria é aquela rotina mesmo.* ***(professora da escola A2)***

*"(...) para o pessoal que vai trabalhar como técnico, a Microbiologia é uma das matérias da Bioquímica que mais se utiliza, porque a gente encontra aluno trabalhando principalmente em controle de qualidade de alimentos e no controle de qualidade você trabalha direto com análise bacteriológica. Então você tem que saber preparar uma amostra, tem que saber os materiais que vai utilizar, como vai utilizar e, muitas vezes, dependendo do lugar que você está indo, você é que é responsável por tudo. Você não vai ter uma pessoa pra preparar material como a gente faz aqui. Os alunos é que vão ter que preparar o material deles; saber como lavar, como esterilizar. Então, acho que essas noções básicas aqui têm que ser passadas e são fundamentais: esterilização, desinfecção. Isso eles não podem sair daqui sem saber. Assim como técnicas de Química também como a pipetar, como ver o menisco, isso é fundamental. "* ***(professora da escola B)***

***"P -*** *(me interrompendo) Eu acho que é importante, mesmo que não seja importante pra vida dele; que ele vá ser, por exemplo, um advogado, que não vá precisar tanto de Biologia, se um dia ele pegar um caso de paternidade duvidosa, vamos supor, um exemplo, que ele vá precisar saber como que o DNA do pai, o DNA da mãe, ele tem que saber pelo menos o que é um DNA. E ele vai ter que voltar aquela sementinha que ficou no seu cérebro e pôr pra germinar, pra poder fazer uma defesa brilhante do indivíduo. Um advogado praticamente nunca usa a Biologia.*

***AC*** *- Na profissão?*

***P*** *- Na profissão dele. Mas ele poderá eventualmente precisar(...) "****(professor da escola G)***

*"Essa informação que eu acho que eu relaciono com a vida deles, isso que eu acho que é importante."****(professora da escola C)***

*"Segundo o meu objetivo de dar aula, se eles não souberem o mínimo relacionado à própria vida deles, o que é certo, o que faz eles crescerem..." (* ***(professora da escola E)***

*"Eu falo, pelo menos eu tento passar mais essa idéia do ambiente dele. Tipo o que ele tá vivendo"(* ***professora da escola F)***

Para as ***professoras da escola E e G***, a ciência tem papéis fundamentais dentro da sociedade atual, altamente cientificizada e tecnológica.

*"Segundo o meu objetivo de dar aula, se eles não souberem o mínimo relacionado à própria vida deles, o que é certo, o que faz eles crescerem, se amadurecerem, serem adultos, toda essa parte biológica mesmo que tem dentro deles que vai passando e eles nem vão percebendo."* ***(professora da escola E)***

*"(...) que é uma coisa que faz parte da vida deles, tudo isso que tá acontecendo, toda essa parte que tá acontecendo, da AIDS, toda essa epidemia que tá ocorrendo da AIDS, que têm que saber um pouquinho, o que é que é um vírus, a transmissão de uma doença, isso faz parte da vida deles, como é que vão saber disso? Tem um monte de gente que explica, tem a televisão, mas a parte, a base de tudo vem dos estudos da biologia, que eu gostaria de passar pra eles."****(professora da escola E)***

*"(...) Ele nasce vendo as coisas na televisão, que acontecem e desenvolvem o seu raciocínio científico."****( professora da escola G)***

*"(...) Porque esta geração sabe, eles estão vendo, eles são uma geração eletrônica, eles têm tudo, têm a televisão, têm acesso a computadores, etc, onde vêem tudo isso. No meu caso não, eu pegava um livro, abria e estudava um capítulo. Agora eu vejo determinadas coisas que eu não vi quando estava estudando. E eles já estão vendo."* ***(professora da escola G)***

A sociedade, marcada pela ciência e pela tecnologia, é, em contraponto, para as professoras das escolas **C** e **E** , alheia ao conhecimento científico. Vejamos esses trechos:

*"**P** - Superstição! Pelo amor de Deus, essas coisas* ***(em tom bastante exclamativo)****. Aqui nesta escola não, mas em escola de periferia, em nunca dei aula, mas é demais o conhecimento, a superstição sobrepõe muito ao conhecimento científico.*

***AC*** *- Que vantagens teria o conhecimento científico frente a esse outro?*

***P*** *- Ah, eu acho que muitas coisas poderiam ser evitadas através dessas superstições, poderiam ser evitadas, muitas. Essa parte que eu estou falando de teia de aranha para curar o cordão umbilical ocorre muito na periferia. "* ***(professora da escola E)***

Durante a entrevista com as professoras das escolas **B, C e F** pudemos perceber uma conotação que dão, em momentos distintos, a problemáticas que afligem a sociedade, tais como poluição, tratamento de água e esgoto, verminoses, drogas, sexualidade.

*"É que nem aqui no laboratório, de terceiro diurno e quarto noturno, eles fazem análise de fezes do pessoal daqui do Santa Mônica, que é um bairro bem pobre, que é perto do Colégio. O importante eu acho seria a gente levar esse resultado - a gente pega cada coisa nesses exames, terrível! tipo* Ascaris. *Há um tempo atrás, o que dava de esquistossomose, de ovos de esquistossomose nas fezes de crianças, era terrível! Então seria importante que nós trabalhássemos, mesmo com o grupo de alunos; por que não mostrar uns painéis, nós temos aí uns painéis, e levar para esta turma, fazer uma palestra, mostrar por quê, eles andam descalço, não têm consciência daquilo. Então isso que eu acho que seria importante pra gente: por enquanto nós estamos só fazendo a análise de fezes."* ***(professora da escola B)***

*"no fórum de debates, o tema que eles desenvolveram mesmo foi aborto, fora drogas. Eles falam sobre a droga, o que ela faz, mas o aspecto social daquilo eles não desenvolvem."****(professora da escola C)***

*"Porque parece que ano passado tinha uma semana de doenças sexualmente transmissíveis, da prefeitura, foi na Unicamp. Aí me falaram que eu tinha que discutir com os alunos, tinha mais é que orientar. Aí eu tirava uns 15 minutos pra falar sobre as DST, teve uns lances de anticoncepcional. Tinha menino que chegava no particular pra mim e falava: "Transei com a minha namorada ontem e tô preocupado porque escapou, foi tudo e aí ?" E eu falei: "- Não é porque você transou com ela ontem que você vai saber amanhã se ela está grávida. Vai ter que dar um tempo, sei lá. Mas quem manda, quem manda." Eu dava aula pra magistério, imagina o que não saía de doenças, de anticoncepcional, de tudo. Acho que é importante isso. Uma coisa que tem que trabalhar com calma, se eu vou mostrar se você é contra ou a favor a coisa de drogas. Que nem ano passado, a gente ia trabalhar sobre drogas, ia ter palestra, mas furou o esquema. Mas como eu tinha feito pesquisa, nós discutimos, numa boa. Também é uma preocupação deles. Querer saber o que tá acontecendo, o lado ruim da coisa, o lado que de repente eles acham que é bom. "****(professora da escola F)***

A professora da escola **A1** aborda em seu discurso aspectos relativos a condições de trabalho, coletividade e diferença de rendas dentro das populações de uma sociedade

*"Por exemplo, entre 25 e 35 anos, a mortalidade de tétano é grande, muito mais relacionada às condições de trabalho. Essas coisas a gente discute, embora não tenha lá na minha apostilinha."* ***(professora da escola A1)***

*"Porque quem vai ao Centro pra fazer uma vacina, quem recorre ao centro pra fazer o tratamento é o pessoal de baixa renda e é o pessoal onde essas doenças aparecem mais."* ***(professora da escola A1)***

*"E que eles precisam se mobilizar junto com a população pra que esse saneamento, ele chegue. Porque o agente de saúde aí, ele é uma pessoa importante dentro da comunidade. E se ele estiver atuando junto com a comunidade, ele tem condições de estar passando informação, que a comunidade não tem e, de junto com a comunidade, que venha lá o seu esgotinho, que venha pelo menos uma torneira pra algumas famílias. Ele é uma pessoa importante."* ***(professora da escola A1)***

Quando a ***professora da escola B*** aborda essas questões sobre a problemática social, vê como uma possibilidade de resolução a divulgação do conhecimento científico, que vai ao encontro da perspectiva identificada na entrevista com a ***professora da escola E***, que também atribui à sociedade uma característica de ser alheia ao conhecimento científico.

*"(...) Eu falo assim, tipo um colégio, uma escolinha, e ir lá pra dar uma palestra. Você vai, explica algumas coisas, com uma linguagem bem simples pro povo entender, que nem essas Feiras de Ciências que o pessoal faz e expõe os seus trabalhos. Eu acho que daria resultado, sabe?"* ***(professora da escola B)***

Para as professoras das escolas **B, C , D e G.** , foi identificada uma concepção a mais de sociedade que seria "o que acontece lá fora".

*"**P** - E lá ele mostrou algumas coisas a mais que poderiam ser usadas numa indústria, por exemplo. Coisa que eu não tinha entrado com eles. Como transmitir plasmídio de um pro outro, pra você poder confeccionar, a importância da fabricação de antibióticos, por que as indústrias não estão mais investindo em antibióticos, porque as bactérias estão tendo resistência rapidamente, são coisas desse tipo que ele falou e, normalmente, na aula eu me preocupei em passar como que ocorre esse processo de recombinação genética e não explorar um pouquinho o que isso tem a ver aí fora, porque pra gente isso é muito importante. Na aula eu me preocupei em passar como que ocorre esse processo de recombinação genética e não explorar um pouquinho o que isso tem a ver aí fora, porque pra gente isso é muito importante (...)*

*AC - Aí fora, você diz na indústria?*

*P - Na indústria, principalmente para quem vai trabalhar na área farmacêutica."* ***(professora da escola B)***

*"Não adianta você ficar passando só teoria em sala de aula e não explorar o que eles podem encontrar aí fora, porque lá é o interessante, sabe? Mas você tem também, por outro lado, que explicar de uma forma como eles vão ver lá fora e não como aqui."* ***(professora da escola B)***

*"Aí quando eu puxo pra realidade deles, aquelas coisas que eles estão vivendo aí fora, eles prestam atenção"* ***(professora da escola C)***

*"A parte que tem interessado mais atualmente, por causa da Aids, é antígeno-anticorpo. Uma parte que também tá interessando é DNA, descoberta de genes. Eu tô achando que está chamando bastante a atenção."* ***(professora da escola G)***

O mundo externo à escola é trazido para o ambiente de sala de aula através de assuntos discutidos na sociedade, moderna e atualizada. A maneira como chegam tais assuntos em sala de aula é através de artigos de jornal, revistas, dúvidas dos alunos sobre o que viram na TV, discussões posteriores a visitações em locais diversos, ou derivados da prática profissional de alguns alunos.

*"AC - Assuntos que, de repente, estão mais em voga na sociedade ou que estão mais relacionados com o dia-a-dia deles*

***P - (me interrompendo)** Perguntam, perguntam. Quer ver uma coisa que dá bastante discussão é quando a gente tá falando de laticínios e a gente diz que não há conservante no leite longa vida (...)"* ***(professora da escola B)***

*"AC - E os alunos do noturno, eles costumam trabalhar em laboratórios com alguma coisa de Microbiologia, durante o curso?*

***P** - Sim. Tem bastante que trabalha na área.*

*AC - De repente, eles contam o que fazem?*

***P** - Contam, contam. Às vezes, a gente tá falando de alguma técnica, alguma coisa, eles falam: '- Ah, eu trabalho com isso."* ***(professora da escola B)***

*"Normalmente eles costumam trazer muitos assuntos de revistas e jornais pra gente, direto pra discutir em sala de aula; daí a gente levanta, assim, aquela discussão, cada um dá o seu palpite; a gente começa, discute e fecha o assunto. Isso acontece direto."* ***(professora da escola B)***

*"Pegar o assunto que tem que ser visto e tentar procurar coisas que sejam modernas, coisas que eles tenham visto, pesquisas que aparecem. Por exemplo, quem vê jornal, eles sempre falam, naquela seção que sai na Folha de São Paulo, se aparece alguma coisa eles trazem, a gente discute. Eu já pedi trabalhos para eles fazerem nesse sentido."****(professora da escola D)***

*"AC - Chama a atenção e como é que você utiliza esse chamar atenção em sala de aula?*

***P** - Quando eles trazem um jornal, um artigo, a gente lê e discute, conversa, quando é possível, dentro das limitações da disciplina. (...) O que atrapalha muito abranger temas extras dentro da sala de aula é a questão disciplinar ."* ***(professora da escola G)***

# 2. *Apropriação do Conhecimento Científico*

Neste item serão reunidas algumas informações que se assemelham em muito com as apontadas anteriormente e que nos possibilitaram perceber que elementos as professoras associavam à sociedade. É neste item que julgamos serem mais evidentes as ligações entre a concepção que têm de sociedade com o que dizem, acreditam e/ou fazem em sua prática pedagógica.

## 2.1. Aprendizado de conhecimento científico vinculado às necessidades para o trabalho futuro como técnico

Para as ***professoras das escolas técnicas***, na maioria das vezes, o conhecimento científico irá possibilitar ao aluno entender uma série de procedimentos que usará rotineiramente, como as técnicas e testes microbiológicos, assim como compreenderá fundamentos básicos dos processos industriais e dos tratamentos de substâncias, como água e esgotos.

*"Mas não pense você que a gente fica só no por quê, se não a gente não dá a matéria, porque a gente tem um currículo pra cumprir e eu tenho que cumprir, porque no segundo ano elas estão indo pra centro cirúrgico e a minha disciplina é pré-requisito fundamental pra essas meninas. Então no segundo ano, como elas já tão no hospital, elas têm que ter todas as informações de Microbiologia. Elas vão trabalhar com pacientes, vão trabalhar no centro cirúrgico, têm que ter noções de assepsia, de como esterilizar um equipamento, de como lavar a mão, elas precisam saber dessas coisas. Então, eu tenho que controlar muito o tempo pra que a gente possa dar conta, porque é muita matéria."* ***(professora da escola A1)***

*"Porque se ele não souber mexer, se não souber usar o laboratório de Microbiologia, até pra entrada, pra abrir um tubinho, tudo aqui é rigoroso; então se ele não tiver um conhecimento antes, teórico, ele não vai saber fazer. Por que ele está fazendo? Então ele tem uma bagagem necessária, assim, eu dou o suficiente pra ele saber, pra ele ter o conhecimento, mas não é um curso científico, profundo, nada disso não. "* ***(professora da escola A2)***

## 2.2. Aquisição do conhecimento científico para ter uma qualidade de vida melhor

*"Dados falam que crianças morrem por causa de tétano, infecção, por falta de conhecimento, não científico, um conhecimento mais aprimorado ou um esclarecimento mais aprimorado do que é certo e do que é errado. "**(professora da escola E)***

*"Percebe-se que a cada dia eles estão querendo mais e sem querer está ficando para escola passar essas informações, que se vê que eles têm conceitos muito errados e que isso vai repercutir na vida futura deles." **(professora da escola F)***

## 2.3. Importância de o aluno aprender o conhecimento científico por razões associadas à própria escola.

*"Eu tô preparando o aluno também para Vestibular, só na parte de Citologia. Mas também, tô formando o aluno, dando idéias básicas para ele prosseguir, segundo e terceiro colegial. O meu objetivo ali é dar um respaldo pra que ele tenha, vamos dizer assim, subsídios para o terceiro colegial. Porque, quando ele chegar no terceiro, ele já esqueceu Citologia. Ele vai recordar no integrado; mas ele vai ter a base. Muitas coisas a gente aprende e esquece, mas quando você pega, você recorda." **(professora da escola G)***

## 2.4. Informação científica deve ser apropriada para o aluno utilizá-la no seu dia-a-dia

*" Quando eu dou a parte de água, de alimentos enlatados, coisas muito importantes e interessantes, eles levam uma bagagem de informação pra casa, pra família, pros amigos, inclusive as mães se interessam, algumas vêm conversar comigo. Acham bastante interessante essa parte de água, a parte de alimentos enlatados, eles levam bastante informações, o que comprar. Você insiste bem numa parte do dia-a-dia, nessa parte que eles vão precisar, na prática também, o que eles vão consumir, então é bem importante."**(professora da escola A2)***

*"Essa informação que não vem no livro, que eu acho que relaciono com a vida deles, isso é que é o importante para eles (...) Então eu tento passar o estímulo à realidade deles, no dia-a-dia, por exemplo, a importância de se fazer um exame de sangue, o que é um fungo, as doenças (...)"* ***(professora da escola C)***

## 2.5. Obtenção de esclarecimentos e informações sobre aspectos diversos da Biologia

*" É, porque aparecem outras coisas, uma aluna trouxe uma vez era um artigo de jornal mostrando alguns anticorpos relacionados com tipos de câncer produzidos, que eles estavam achando que era por vírus, uma coisas assim. Só que daí apareceram alguns termos, linfócitos, tal, aí a gente discutiu o que é um linfócito, anticorpos mesmo é uma noção que eles não tinham, já era para eles terem tido, né? Mas eles, ninguém tinha idéia do que era isso, a gente teve que pegar e recomeçar. Daí isso também chama para vacinação, daí a coisa já vai indo de outra forma, sabe? Uma coisa vai chamando a outra."****(professora da escola D)***

*"(...) toda essa parte que tá acontecendo da AIDS, toda essa epidemia que está ocorrendo, que eles têm que saber um pouquinho, o que é que é um vírus, a transmissão da doença, como é que eles vão saber disso? Tem um monte de gente que explica, tem a televisão, mas a parte, a base de tudo vem dos estudos da Biologia, que eu gostaria de passar para eles."****(professora da escola E)***

*"Então é direto, assunto que de repente alguém traz alguma coisa, eu não fico preocupada que tenho que dar aula com outro conteúdo hoje. É preferível atrasar, porque deve ser valorizada muito mais a dúvida daquele aluno, que é praticamente da turma inteira, do que hoje ter que falar da membrama plasmática. Pronto, é membrana, não é gravidez da namorada do outro. Eu fugia e falava um pouco."****(professora da escola F)***

# *3 ) Relação Pesquisa-Ensino*

## 3.1) Intercâmbio de Informações entre Pesquisa e Ensino

*"Uma das coisas que eu tô pensando em trabalhar seria essas coisas de ecologia aplicada à saúde, que eu já fiz um trabalho com o Prof. Mohamed. A gente fez um trabalhinho e ficou de publicar o trabalho e ele que seria o meu orientador. Ou a gente iria trabalhar com essa área ou a gente trabalharia com a área de lixo. Que é uma área que a gente trabalha aqui no colégio, com coleta, eu fiz uma disciplina nesse semestre que a gente falou especificamente sobre o lixo, fiz uma monografia. Mas trabalhar com o lixo na área de fluxo de energia no sistema, o que que acontece, no ciclo da matéria e fluxo de energia. O embasamento teórico sobre isso e apontar algumas soluções. É mais ou menos isso que eu gostaria de trabalhar, porque não tem. Você vai pesquisar alguma coisa assim do copinho que eu tomo água e jogo fora, quanto que isso interfere no fluxo de energia dentro do ecossistema; quanto que tá interferindo? Não tem o dado quantitativo, nem qualitativo. "**(professora da escola A1)**

*"**P** - A parte de Alimentos da Unicamp funcionava no Ital. O Prof. Fumyo começou a me dar pesquisa para fazer sobre pescados, daí ele começou a desenvolver o projeto de aginomoto, que eu comecei a ajudá-lo. Então, nós começamos a desenvolver o picles, inclusive eu terminei esse projeto sozinha.*

*AC - E hoje em dia você está aqui lecionando, e essa relação com a parte de pesquisa?*

*P - Ah, quase que não dá, viu? Quando aparece algum curso, eu faço."* **(professora da escola A2)**

*"AC - (...) o que você aprendeu nesses Institutos, você tenta mesmo fazer esse intercâmbio das coisas que*

*P - (me interrompendo) Faço direto! Aquilo que eu já aprendi, eu já domino, eu passo pra eles"***(professora da escola B)**

*"Eu fui fazer pós-graduação pra saber essas coisas sobre Aids, doenças. Porque tudo muda rapidinho. "***(professora da escola C)**

*"**AC** - Algumas coisas que você aprendeu no Mestrado ou mesmo que você entendeu sobre ciência, de repente você utiliza aqui na escola?*

***P** - Olha, não sei viu, dar aula de repente, é muito de prática. Então, eu não sei, talvez o próprio tempo que eu estou dando aula já tenha servido como experiência. Mas, assim, eu não vejo muita relação com o que eu fazia..*

***AC** - Então, pouca ou nenhuma coisa que você fazia você comenta com eles?*

***P** - Inclusive nas Faculdades em que eu trabalhei, pouca coisa que eu fiz no Mestrado eu usei."* **(professora da escola D)**

*"Se eu fiz alguns dos procedimentos que eles me perguntam, eu mostro, eu falo pra eles como é que é feito, tá?"***(professora da escola D)**

*"(...) porque eu acho que é importante para quem dá aula poder fazer uma especialização, porque, pelo que você andou vendo não precisa de muita coisa para dar aula no Estado, porque eu acho que os alunos não têm interesse que a gente seja uma pessoa capacitada. (...) Eu tenho interesse por mim, pela minha formação, pois eu tenho interesse em dar aula em outro lugar, em terceiro grau; eu acho que compensa mais."* **(professora da escola E)**

*"Procuro explicar um pouquinho do que a gente ouve, lê, estuda, na sala de aula. Por exemplo, agora com este curso de Imunologia que eu fiz, eles se interessaram muito porque eu falava que a gente tinha aula com ratos, a gente fazia dissecação e eles queriam fazer aula no laboratório de lâminas que eu tinha feito lá na Unicamp. Mas só tem um microscópio que funciona, naquela sujeira (...)"* **(professora da escola E)**

## 3.2) Diferenças entre Pesquisa e Ensino

*"(...) Então não é aquele tempo disponível que você tem pra fazer a pesquisa. Tem que ser no horário da aula, não tem outro horário(...) A gente iria precisar era de tempo, tempo mesmo pra pesquisa, e a gente não tem esse tempo aqui. Na aula, não podemos. Os alunos, que estão aqui, estão em sala de aula, em laboratório, mas eles não têm acesso."* ***(professora da escola B)***

*"AC - Mas, nas suas aulas, em outras ocasiões, você teve oportunidade, por que quando você trabalhou em pesquisa em Biologia, agora você está lecionando Biologia, é igual, é a mesma coisa?*

*P - Não, não tem nada a ver*

*AC - Não tem nada a ver? O que você tá tratando aqui*

*P - Não, não tem nada a ver."* ***(professora da escola D)***

*"AC - Porque no planejamento, é colocado vivenciar o método científico, criar no aluno algum tipo de pensamento científico.*

*P - Ah, lógico. A gente faz, tenta fazer o tempo todo. Desenvolver esse interesse. Aliás, nem precisa a gente fazer atualmente porque a televisão se encarrega dessa parte. É muito grande mesmo, desenvolvido, qualquer programa que você mexe na televisão está desenvolvendo o interesse científico, o raciocínio. E eles já vêm com determinadas idéias."* ***(professora da escola G)***

*"P - Eu tento passar a Biologia como descoberta da Biologia, como é que foram, vão desenvolvendo as coisas. É lógico que chega num ponto que você não tem jeito; você não pode dizer tudo. Isso aqui, essa célula foi descoberta, divide assim. Mas eles, já tá implícita na aula a idéia de como aquilo foi desenvolvido, como que se chegou na história da Biologia. Porque dá o raciocínio evolutivo da descoberta.* ***(professora da escola G)***

## 3.3) A construção do conhecimento pela pesquisa

*"**AC** - Mas uma discussão de como a pesquisa é feita, como conhecimento é elaborado, isso daí é*

***P** - (me interrompendo) Porque normalmente o que a gente faz é que a própria instituição em que a gente faz a visita, sempre a pessoa que fala , um ou outro faz a pergunta direto. Então eles falam: '- Aqui a gente trabalha desse jeito, a gente manda resultado pra tal órgão de pesquisa.' É mais assim, sabe? Eles mesmos passam essas informações.*

***AC** - Mas não seria por isso que você os está levando lá?*

***P** - Não, não, é mais pra conhecimento, conhecerem o que eles podem encontrar aí fora."* ***(professora da escola B)***

*"A gente procura explicar através de experimentos, essas coisas, mas não tem nada, eu não faço nada para comprovar em sala de aula, só através de, da boca, mesmo, não tem como."****(professora da escola E)***

*" Trabalho de campo é fundamental. Você cria uma camaradagem com o aluno, um entrosamento muito bom com o aluno. E desenvolve o espírito científico dele porque vão aprender ali como é que se vê. Eles vão aprender que nos três dias que eles passam comigo na montanha, eles vão desenvolver um trabalhinho, que é parte de um trabalho científico de anos. Então eles vão vivenciar; por exemplo, eu fiz uma coleta de insetos durante a noite(...) "* ***(professora da escola G)***

***P** - "(...)tem um relatório com a explicação, depois o desenvolvimento da experiência, depois uma parte pra desenhar a observação, depois as questões que eles têm que responder e é avaliado.*

***AC** - E tem, e as aulas, por exemplo, o microscópio era uma aula de visualização, podemos chamar assim, e outras que montam experimentos, fazem experiências, tem o roteiro?*

***P** - Tem o roteiro também. "****(professora da escola G)***

# *4. Relações entre Aulas Teóricas e Aulas Práticas*

## 4.1) Aulas Práticas posteriores às aulas teóricas

*"Eu acho que, se ficar só na teoria, as alunas não conseguem visualizar, até mesmo entender o crescimento bacteriano, que é um conceito muito importante para elas. Daí, o objetivo da aula prática."* ***(professora da escola A2)***

*"Eu dou a parte teórica antes sempre, então eles têm o conhecimento teórico e a prática sempre está relacionada à teoria, porque acho que fica mais fácil deles entenderem. "* ***(professora da escola A2)***

*"**AC** - Mas as aulas práticas então seriam mais pra eles entrarem em contato com algumas técnicas, procedimentos, que eles*

***P** - que eu dei aqui na teoria. É executar a prática só, porque o resto eu já dei. Tanto que eu falei : "- Leva o caderno pro laboratório, porque vocês poderão precisar, né? " Que é dado tudo na teoria.*

***AC** - E é sempre posterior, né*

***P** - Sempre posterior.*

***AC** - Posterior à teoria?*

***P** - Isso."* ***(professora da escola B)***

*"Eu imagino o seguinte, dentro de um tema, eu vou preparar um material que dê para mostrar alguma relação com isso."* ***(professora da escola D)***

*"A aula prática, ela vai te auxiliar na parte teórica, pro aluno tentar visualizar, e não ficar só na teoria."* ***(professora da escola F)***

*"**AC** - Geralmente as aulas práticas são posteriores à teórica, ou não?*

***P** - Não, elas não têm que ter um conteúdo necessariamente vinculado ao assunto que se está dando. Mas eu prefiro que seja assim.*

***AC** - Então, elas não têm esse objetivo de*

***P** - (me interrompendo) Não, não. Aula prática, na minha opinião, a aula prática é a perfumaria da Biologia, pra dar um ânimo para eles aprenderem a teoria. Então muita coisa que você mostra é bem, assim, uma espécie de "merchandising", é feito bem no meio da novela mesmo, pra poder atrair atenção dos alunos.*

***AC** - E algumas coisas que você disse têm a ver com técnicas usadas na Biologia? O caso do microscópio...*

***P** - Tem, também." **(professora da escola G)***

## 4.2) Conhecimento Básico e Conhecimento Aplicado na Prática

*"Eles ficaram sabendo que tinham esses produtos fermentados este ano. Nunca fizeram essa relação antes. Nunca houve nenhuma relação prática, do assunto com a prática."**(professora da escola D)***

*"Então eu acho que pra você tornar o ensino de Biologia um pouquinho mais agradável, você tem que aproveitar as coisas práticas, que você aplica na prática. ' -Ah, pra que eu vou estudar célula, que coisa mais chata!'. Existe uma finalidade para isso, dentro dessa finalidade prática é que eu tento colocar a Biologia. "**(professora da escola E)***

*"**AC** - Uma coisa que eu achei interessante e que você colocou na aula, às vezes você dava bastante enfoque em como fazer algumas técnicas.*

***P** - Porque é uma maneira de eu aplicar na prática, teoricamente na sala de aula, aquilo que eles podem ... Por que que tá aquele cariótipo lá, pra que que ele serve? Por que que é feito? Então dessa maneira, eu acho que eles vão ver alguém fazendo e ver como é importante a realização daquilo. Como eu não posso fazer em aula prática, então eu explico pra eles (...) Se eu colocar pra que que aquilo é utilizado na prática, talvez, a maioria acho que se interessa, possa surgir um interesse deles em ver um laboratório, como isso é feito, por que que usa, e colocar que aquilo que eles estão aprendendo tem uma aplicação prática e importante."* ***(professora da escola E)***

*"Gametogênese, que eu acho que um assunto bastante árido pra eles, mas de qualquer jeito eu precisava aplicar mitose e meiose que eu tinha dado. Então, a melhor maneira de você aplicar um ensinamento bem árido também que é mitose e meiose, é você aplicar na gametogênese, formação de gametas. Então o que é que acontece: passou da gametogênese eu tinha que mostrar como poderia acontecer a não-disjunção de alguns cromossomos pra formar as síndromes, as aneuploidias que foram dadas depois. E apliquei, então, direto."* ***(professora da escola G)***

## 4.3) Concepção de Tecnologia

*"Trabalhei numa área que eu gostei demais, que é a área de ecotoxicologia; na época a Rhodia tava pesquisando, isso em 1980, 14 anos atrás, pesquisando extratos naturais de plantas, hoje a Unicamp diz que é Biotecnologia, a indústria já tá muito tempo na frente. Estudavam extratos de plantas pra ver qual era a sua ação; pra ver se tinha ação bactericida, ação fungicida, inseticida. E a gente fazia esse trabalho. E além desse trabalho, a gente fazia a parte de toxicologia, pra ver se esse extrato depois, qual o problema que ele poderia causar? Então, foi uma parte que eu gostei demais de trabalhar.* ***(professora da escola A1)***

*"De tecnologia só são os processos industriais. Eu tenho a parte teórica, eu explico a parte de fermentações, acética, lática, e depois a gente faz aquela praticazinha."* ***(professora da escola A2)***

*AC - "Em termos gerais, assim, as técnicas que você aborda, que eles utilizam, que você discute, elas foram feitas e organizadas a partir de uma teoria?*

*P - De uma teoria. Mesmo porque dependendo do planejamento, a gente muda a teoria ou altera a prática também. "**(professora da escola B)***

*AC - "E mesmo nas visitas que vocês fazem, todas aquelas técnicas, tanto de produção industrial, quanto lá na Sanasa, mais ou menos passa essa idéia de que aquilo tá sendo feito porque já tem uma teoria?*

*P - Já tem uma teoria!*

*AC - Já tem uma teoria que já exigiu por exemplo um*

*P- (me interrompendo) conhecimento!*

*AC - Conhecimento (Pausa)*

*P- Porque essa visita que nós fizemos, ela ficou meio superficial, porque a moça você viu, né? Ela não conseguia explicar, mas eu já tinha comentado todas as etapas do tratamento de água, o que era uma floculador, porque ele não tinha agitador(...)" **(professora da escola B)***

*AC - "E de tecnologia, você dá alguma coisa?*

*P - Não, não. Às vezes, eu comento de semente híbrida, de alguma coisa que eu vejo, de um morango assim, um tomate que eu vejo em notícias do Globo Ciência."**(professora da escola C)***

*AC - "E, alguma coisa de tecnologia? Você falou em Engenharia Genética, Biotecnologia? Como é que é? É quando eles trazem?*

*P - Eles é que puxam o assunto. Eles que acabam trazendo os assuntos; então os assuntos são os mais variados, né?*

*AC - Que assunto você se lembra?*

*P - É, por exemplo, se eu fiz alguma coisa desse tipo, eu mostro, eu falo pra eles como é que é feito, tá? Mas, assim, é difícil porque eles não conhecem nem aparelhagem de laboratório, você tem que explicar tudo. Eles conhecem um pouco de microscópio, assim, porque aparece num texto, aparece no outro, daí a gente como é que funciona.**(professora da escola D)***

*AC - " E de tecnologias? Você fez um curso de Biotecnologia?*

*P - Fiz, é.*

*AC - Algumas coisas que você viu lá...*

*P - (me interrompendo) A única coisa que eu coloco pra eles, quando eu vou falar de seres procariontes, assim, por exemplo a coli, a coli é a vedete da Engenharia Genética. Ah! Eles ficam todos assim. Porque lá no curso de biotecnologia foi colocada essa parte de engenharia genética, lá pelo pessoal de Brasília, que eles trabalhavam muito, então eu coloquei, assim, sabe o conhecimento que passa de boca pra boca, são coisas que a gente ouve na sala de aula, tudo, então eu coloquei assim prá eles que existe uma certa bactéria, o filamento dela é circular, então é mais fácil desemaranhar esse filamento de DNA, então você pode ligar nesse filamento de DNA um gene que produz insulina por exemplo. Então a produção de insulina via engenharia genética, através da bactéria, compensa muito mais."* ***(professora da escola E)***

*AC - "Esses aspectos da aplicação do conhecimento científico, das técnicas, têm sido colocadas ou trazidas discussões sobre a relação disso com aspectos sociais, do dia-a-dia?*

*P - (pausa) Não chega a falar sobre questões sociais, mas por exemplo, quando eu falei sobre hemácias, eu falei de hemograma, como é que é feito. Aí teve uma aluna que trouxe o hemograma dela pra eu ver e perguntou: "- Ah, professora, o que é que deu? " Então, eu expliquei para eles como fazia um hemograma, que tem a série vermelha, a série branca, dá para detectar algum problema de anemia, e outras. Quando eu falo que tem um tanto assim de cada célula, eles perguntam: "- Mas como conta tudo isso? " Aí eu falo de aparelhos. Aí surge algum interesse. Mas eu até achei interessante que a aluna que me trouxe esse hemograma, era uma aluna que no primeiro semestre tava assim, querendo me matar de ódio. Eu expliquei pra ela, como se eu soubesse muito de hemograma. Mas ela sentiu que o que ela tava vendo tinha significado, alguma relação com ela."* ***(professora da escola E)***

*AC - "E sobre tecnologia?*

*P - É difícil, viu? Mais alguma coisa que eles podem perguntar de Engenharia Genética, o que é? Ou tipo assim: 'é verdade que porco com gente', umas coisas assim. São dúvidas que de repente eles leram numa revista, que por acaso chegou na mão deles."* ***(professora da escola F)***

*AC - "Mas e de tecnologia, você tem trabalhado alguma coisa?*

*P - Dentro das minhas limitações, eu tô trabalhando.*

*AC - Mas geralmente é o quê? O tema, a temática?*

*P - Bom, se você quer saber, eu fiz uma Feira de Ciências com eles lá. Um trabalho de DNA foi apresentado.*

*AC - Extraíram DNA? De que?*

*P - De cebola. Não por que eu tivesse incentivado a extrair o DNA, porque eu não achei que era do domínio dele. Mas a mãe de uma das alunas tem um trabalho com isso, sobre determinação de seqüência de DNA, então trouxeram o trabalho, foi feito. Até certo ponto, tá? Eu acho isso importante. Além disso, eu já fiz trabalho sobre plantas carnívoras, que não tinha nada a ver com o assunto que estava sendo tratado.* ***(professora da escola G)***

## 4.4) Prática Profissional como enfoque central

*"AC - O treinamento técnico seria o enfoque maior da sua disciplina?*

*P - Não! Da minha área, não. Na minha disciplina não. A Microbiologia é assim, ela é pré-requisito de disciplinas de Centro Cirúrgico, de esterilização, que acontecem no segundo e terceiro ano. No segundo e terceiro ano é que elas têm que ir pro hospital mesmo. A Microbiologia, assim, ela dá as informações teóricas, pra elas irem pra prática."* ***(professora da escola A1)***

*"O nosso curso visa mais muita técnica, o aluno tem que sair, se não perfeito, quase perfeito em técnicas(...)"* ***(professora da escola A2)***

*"Eles têm que saber preparar uma amostra, têm que saber os materiais que vão utilizar, como lavar, esterilizar... Eu acho que tem noções básicas que têm que ser passadas e que eles não podem sair daqui sem saber."* ***(professora da escola B)***

## 4.5) Prática Anterior à Teoria

*"Acho que tem que ter realmente a teoria e você associa com a prática ou vice-versa. Ou você começa com a prática, pra depois inserir a teoria."* ***(professora da escola F)***

## 4.6) Prática como vivência, como dia-a-dia

*" Então é assim, eu percebo que é o dia-a-dia deles que eles incorporaram. Aí eles vão bem. Mas em definições, em coisas que fogem muito não se saem bem."* ***(professora da escola C)***

*"É, talvez eles não saibam divisão celular, mas que eles sabem umas outras coisas, eles sabem. Mas, talvez, seja mais importante pra vida deles, isso que estão aproveitando do que a própria divisão celular."* ***( professora da escola D)***

*"A aula prática deve ser para o aluno tentar visualizar na prática dele, na vivência dele (...)"* ***(professora da escola F)***