

cR

Centro
de Referência
Paulo Freire

**Este documento faz parte do acervo
do Centro de Referência Paulo Freire**

acervo.paulofreire.org



InstitutoPauloFreire

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS - UFMG
FACULDADE DE EDUCAÇÃO - FAE

ASPECTOS
SÓCIO-CIENTÍFICOS
EM AULAS DE QUÍMICA

WILDSON LUIZ PEREIRA DOS SANTOS

BELO HORIZONTE

2002

Wildson Luiz Pereira dos Santos

**ASPECTOS
SÓCIO-CIENTÍFICOS
EM AULAS DE QUÍMICA**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Educação.

Orientador: Prof. Eduardo Fleury Mortimer

Belo Horizonte

Faculdade de Educação da UFMG

2002

Santos, Wildson Luiz Pereira

S237a

Aspectos sócio-científicos em aulas de química.
/ Wildson Luiz Pereira. – Belo Horizonte :
UFMG/FaE, 2002.

336 p.
Tese (Doutorado)
Orientador: Prof. Eduardo Fleury Mortimer

1. Química – estudo e ensino. 2. Ciência – estudo e ensino. 3. Química experimental. I. Título. II. Mortimer, Eduardo Fleury. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

CDD – 540.7

Catlogação da Fonte : Biblioteca da FaE/UFMG

Tese defendida e aprovada, em março de 2002, pela
banca examinadora constituída pelos professores

Prof. Eduardo Fleury Mortimer

Prof. Roseli Pacheco Schnetzler

Prof. Demétrio Delizoicov

Profa. Andréa Horta Machado

Prof. Oto Neri Borges

Se nada ficar destas páginas, algo, pelo menos, esperamos que permaneça: nossa confiança no povo. Nossa fé nos homens e na criação de um mundo em que seja menos difícil amar.

Paulo Freire (Pedagogia do oprimido).

PARA

João Aleixo e Elita
Meus eternos educadores

Marcia Regina
Que me educa a viver em família

Eveline, Viviane e Cristiano
Meus eternos educandos que me ensinam a viver

Roseli Pacheco Schnetzler
Educadora que me iniciou na educação química

Eduardo Fleury Mortimer
Educador que deu voz ao nosso projeto de educação química

Eliane, Gentil, Gerson, Roseli, Salvia, Sandra e Siland
*Educadores químicos que constroem conosco um projeto de
educação química*

Professores e alunos envolvidos nos estudos de caso
*Educadores e educandos que nos ensinaram a entender a
educação química*

JUNTOS CONSTRUÍMOS ESTA HISTÓRIA

João Aleixo, Elita e Wilton
de onde tudo começou

Marcia, Eveline, Viviane e Cristiano
dividindo alegrias e dificuldades

Eliane, Gentil, Gerson, Roberto, Roseli, Salvia, Sandra e Siland
origem de nossa investigação

Gerson, Joice, Ricardo, Roberto e Geraldo
suportando o trabalho institucional

Andréa, Luiz Adolfo, Ilda, Eduardo Mortimer e Murilo
dividindo casa...

Selma, Flavia, Luiz Adolfo e Penha
compartilhando idéias

Oto, Dute, Izabel, Phil Scott, John Leach, Lilavate...
orientando idéias

Demétrio, Oto, Andréa
discutindo rumos

Colegas do grupo FoCo, Nuba...
apoando no trabalho

Colegas da Pós...
aprendendo em conjunto

Amigos de Leeds...
ensinando um novo mundo

Mônica, Serra...
dando o apoio fraternal

Amigos, colegas e alunos...
que caminham lado a lado no dia-a-dia

**OBRIGADO POR SEREM CO-PARTICIPANTES
DESTE PROJETO EDUCATIVO!**

SUMÁRIO

RESUMO.....	<i>pág.</i>	19
ABSTRACT.....	<i>pág.</i>	20
INTRODUÇÃO.....	<i>pág.</i>	21
1. Contextualização do problema.....	<i>pág.</i>	21
2. Justificativas e contribuições.....	<i>pág.</i>	25
3. Objeto de pesquisa, objetivos e questões de estudo.....	<i>pág.</i>	30
1. ASPECTOS SÓCIO-CIENTÍFICOS (ASC) NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	<i>pág.</i>	34
1. Letramento científico e tecnológico.....	<i>pág.</i>	35
2. Educação científica humanística.....	<i>pág.</i>	43
3. ASC e abordagem temática na perspectiva humanística.....	<i>pág.</i>	48
4. Abordagem de ASC.....	<i>pág.</i>	59
5. Dialogia e abordagem de ASC.....	<i>pág.</i>	65
2. O LIVRO QUÍMICA NA SOCIEDADE.....	<i>pág.</i>	77
1. Contexto de produção do livro didático.....	<i>pág.</i>	78

2. Concepções, organização e abordagem de ASC.....	<i>pág.</i>	80
3. Características de editoração.....	<i>pág.</i>	96
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	<i>pág.</i>	99
1. Abordagem metodológica da investigação.....	<i>pág.</i>	99
2. Etapas da investigação.....	<i>pág.</i>	102
3. Contexto e participantes.....	<i>pág.</i>	104
4. O perfil dos professores selecionados.....	<i>pág.</i>	108
5. Procedimentos metodológicos.....	<i>pág.</i>	114
6. Análise de dados.....	<i>pág.</i>	118
4. O LIVRO QUÍMICA NA SOCIEDADE NA SALA DE AULA: UM CASO DE ESTUDO.....	<i>pág.</i>	123
1. Perfil da escola, da turma e do professor.....	<i>pág.</i>	124
2. Abordagem dos ASC.....	<i>pág.</i>	127
2.1. Leitura de texto.....	<i>pág.</i>	134
2.2. Discussão de questões.....	<i>pág.</i>	156
2.3. Exibição de vídeo.....	<i>pág.</i>	174
3. Respostas às questões de investigação sobre a abordagem de ASC.....	<i>pág.</i>	188

3.1. Concepções.....	<i>pág. 189</i>
3.2. Estratégias de ensino.....	<i>pág. 192</i>
3.3. Fatores que possibilitam/dificultam.....	<i>pág. 195</i>
3.4. Conteúdo.....	<i>pág. 200</i>
3.5. Livro didático.....	<i>pág. 212</i>
3.6. Engajamento dos alunos.....	<i>pág. 220</i>
5. AS CONTRIBUIÇÕES DOS DEMAIS CASOS AO ESTUDO DA ABORDAGEM DE ASC.....	<i>pág. 229</i>
1. Contexto dos casos.....	<i>pág. 230</i>
2. Concepções.....	<i>pág. 237</i>
3. Estratégias de ensino, conteúdo e livro didático.....	<i>pág. 238</i>
4. Fatores que possibilitam/dificultam.....	<i>pág. 262</i>
5. Engajamento dos alunos.....	<i>pág. 272</i>
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	<i>pág. 281</i>
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	<i>pág. 297</i>
ANEXOS.....	<i>pág. 306</i>

LISTAS DE FIGURAS E GRÁFICOS

FIGURAS

1. Significado da tecnologia..... *pág.* 40
2. Esquema de programa de investigação de tema gerador..... *pág.* 60
3. Seqüência de organização de currículos CTS..... *Pág.* 61
4. Vinculação entre tema e conteúdo no livro *Química na Sociedade...* *pág.* 95

GRÁFICOS

1. Idade..... *pág.* 109
2. Renda familiar mensal..... *pág.* 109
3. Escolaridade do pai..... *pág.* 110
4. Escolaridade da mãe..... *pág.* 110
5. Ano da conclusão da licenciatura..... *pág.* 111
6. Tempo de magistério..... *pág.* 111

LISTA DE QUADROS

1. Classificação de currículos CTS.....	<i>pág.</i> 63
2. Categorias do grupo de professores selecionados.....	<i>pág.</i> 107
3. Aulas gravadas por estudo de caso.....	<i>pág.</i> 120
4. Temas e nº de aulas de abordagem de ASC por estudo de caso.....	<i>pág.</i> 121
5. Aulas do estudo de caso 1.....	<i>Pág.</i> 129
6. Temas do estudo de caso 1 abordados no 1º semestre.....	<i>pág.</i> 132
7. Temas do estudo de caso 1 abordados no 2º semestre.....	<i>pág.</i> 133
8. ASC abordados no estudo de caso 1.....	<i>pág.</i> 203
9. Aulas do caso 2.....	<i>pág.</i> 240
10. ASC abordados no caso 2.....	<i>Pág.</i> 242
11. Aulas do caso 3.....	<i>pág.</i> 248
12. ASC abordados no caso 3.....	<i>pág.</i> 254
13. Aulas do caso 4.....	<i>pág.</i> 256
14. ASC abordados no caso 2.....	<i>pág.</i> 259

LISTA DE EPISÓDIOS

1. Revolução industrial.....	<i>pág.</i> 135
2. Lei da Conservação da massa.....	<i>pág.</i> 136
3. Matéria-prima.....	<i>pág.</i> 138
4. Desperdício na construção civil.....	<i>pág.</i> 141
5. Desperdício em restaurantes.....	<i>pág.</i> 146
6. Processo artesanal X industrial.....	<i>pág.</i> 158
7. Papel do consumidor.....	<i>pág.</i> 161
8. Vídeo sobre metais.....	<i>pág.</i> 176
9. Discussão das questões do vídeo.....	<i>Pág.</i> 178
10. Proteção de lata de conserva.....	<i>pág.</i> 186
11. Para que eu vou usar isso?	<i>pág.</i> 223

LISTA DE TRECHOS DE ENTREVISTAS

1. Entrevista concepções: busca de ações de cidadania.....	pág. 172
2. Entrevista alunos: vídeo <i>Ilha das Flores</i>	pág. 175
3. Entrevista concepções: objetivos do ensino de química.....	pág. 189
4. Entrevista concepções: função de ASC.....	pág. 190
5. Entrevista final: função de ASC.....	pág. 191
6. Entrevista final: aplicações do conhecimento no dia-a-dia.....	pág. 191
7. Entrevista concepções: debate político.....	pág. 191
8. Entrevista final: envolver outros alunos.....	pág. 198
9. Entrevista alunos: bateria de celular.....	pág. 199
10. Entrevista alunos: aula de química.....	pág. 207
11. Entrevista alunos: o que gostaram de estudar.....	pág. 208
12. Entrevista alunos: cotidiano.....	pág. 208
13. Entrevista alunos: importância do cotidiano.....	pág. 210
14. Entrevista concepções: prática anterior.....	pág. 212

15. Entrevista concepções: materiais inovadores.....	<i>pág. 215</i>
16. Entrevista concepções: curso sobre o livro <i>Química na Sociedade</i>	<i>pág. 216</i>
17. Entrevista alunos: opinião sobre o que acharam de interessante das aulas de química.....	<i>pág. 222</i>
18. Entrevista final: compreensão conceitual dos alunos.....	<i>pág. 226</i>
19. Entrevista aluno: ensino noturno.....	<i>Pág. 227</i>

LISTA DE TABELAS

TABELAS DE DADOS SÓCIO-BIOGRÁFICOS

1. Sexo.....	<i>pág. 333</i>
2. Idade.....	<i>pág. 333</i>
3. Estado natal.....	<i>pág. 333</i>
4. Cidade de residência.....	<i>pág. 333</i>
5. Renda mensal do professor.....	<i>pág. 333</i>
6. Renda mensal familiar.....	<i>pág. 333</i>
7. Escolaridade do pai.....	<i>pág. 333</i>
8. Escolaridade da mãe.....	<i>pág. 333</i>
9. Ocupação profissional do pai.....	<i>pág. 334</i>
10. Ocupação profissional da mãe.....	<i>pág. 334</i>
11. Licenciatura em química.....	<i>pág. 334</i>
12. Ano de conclusão do curso de licenciatura.....	<i>pág. 334</i>
13. Outros cursos de graduação.....	<i>pág. 334</i>
14. Universidade que estudou.....	<i>pág. 334</i>

15. Participação em cursos de capacitação por tempo de conclusão da licenciatura.....	<i>pág. 334</i>
16. Participação em congressos em educação por tempo de conclusão da licenciatura.....	<i>pág. 334</i>
17. Tempo de magistério.....	<i>pág. 335</i>
18. Rede de ensino que atua.....	<i>pág. 335</i>
19. Número de escolas que atua.....	<i>pág. 335</i>
20. Dedicção exclusiva ao magistério.....	<i>pág. 335</i>
21. Carga horária semanal em sala de aula.....	<i>Pág. 335</i>
22. Fontes de informação.....	<i>pág. 335</i>
23. Leitura de jornal e revistas.....	<i>pág. 335</i>
24. Sessões de interesse em jornais.....	<i>pág. 335</i>
25. Programas de TV de interesse.....	<i>pág. 335</i>
26. Freqüência que lê jornais e revistas.....	<i>pág. 335</i>
27. Freqüência que vai a shows ou concertos.....	<i>pág. 336</i>
28. Freqüência que assiste à peça teatral ou de dança.....	<i>pág. 336</i>
29. Freqüência que vai ao cinema.....	<i>pág. 336</i>
30. Freqüência que assiste à televisão.....	<i>pág. 336</i>
31. Assiste a filmes em videocassete.....	<i>pág. 336</i>

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 – INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS..... *pág. 306*

1.1. Protocolo da "entrevista concepções"..... *pág. 307*

1.2. Roteiro da "entrevista concepções"..... *pág. 308*

1.3. Questionário socioeconômico-cultural..... *pág. 310*

1.4. Roteiro da "entrevista planejamento"..... *pág. 316*

1.5. Roteiro da "entrevista alunos"..... *pág. 317*

1.6. Roteiro da "entrevista final"..... *pág. 318*

ANEXO 2 – TEXTOS DO LIVRO QUÍMICA NA SOCIEDADE USADOS NOS ESTUDOS DE CASO..... *pág. 319*

2.1. A elaboração do modelo atômico de Dalton..... *pág. 320*

2.2. A utilização de matéria-prima pela indústria..... *pág. 322*

2.3. Medidas: um processo racional de controle..... *pág. 324*

2.4. Evitando o desperdício de materiais por cálculos proporcionais.... *pág. 326*

2.5. Poluição química e poluição atmosférica..... *pág. 328*

**ANEXO 3 - DADOS OBTIDOS NO PROCESSO DE
SELEÇÃO DOS PROFESSORES..... *pág. 330***

3.1. Informações dos professores referentes ao
processo de seleção dos estudos de casos..... *pág. 331*

3.2. Tabelas de dados sócio-biográficos do grupo de professores
selecionados para investigação..... *pág. 333*

RESUMO

A presente tese consiste em uma investigação de quatro estudos de caso em que professores do Distrito Federal abordaram questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais relativas à ciência e tecnologia, denominadas aspectos sócio-científicos, ASC, fazendo uso do livro didático *Química na Sociedade* em aulas de química do ensino médio em escolas públicas e particular. O objetivo da investigação é analisar o processo pedagógico estabelecido em sala de aula, quando da abordagem de ASC, visando a identificar avanços e limitações e discutir implicações para o currículo e para o processo de formação de professores em relação aos propósitos do letramento científico e tecnológico na perspectiva de formação para a cidadania. No primeiro capítulo, é apresentada uma revisão bibliográfica sobre: o significado de letramento científico e tecnológico; o movimento curricular de ciência-tecnologia-sociedade, CTS; a proposta de educação para a liberdade de Paulo Freire; a concepção de educação científica humanística; e processos interativos e dialógicos em sala de aula. No capítulo dois, é desenvolvida uma análise do livro *Química na Sociedade* que foi utilizado pelos professores como livro didático ou como referência para a abordagem de ASC. No capítulo três, são apresentados os procedimentos metodológicos. A coleta de dados consistiu de gravação de entrevistas com os professores e alunos, aplicação de questionário socioeconômico-cultural, gravação em vídeo de aulas e uso de diário de campo. No capítulo quatro, é apresentada a análise qualitativa do estudo de caso um, no qual a professora abordou de forma sistemática os ASC. Foram selecionados episódios para análise discursiva com caráter microgenético. No capítulo cinco, são apresentadas as principais contribuições obtidas dos três demais casos investigados. Os resultados indicam que a professora do primeiro caso, geralmente, usava interações do tipo *I-R-F*, com *feedback* avaliativo ou elaborativo e nem sempre contemplava os horizontes conceituais dos alunos. Em alguns episódios, em que questões para discussão dos temas sociais foram abordadas, ela conseguiu conduzir um processo interativo e dialógico, onde o horizonte conceitual dos alunos passou a ser contemplado. A análise evidenciou que alguns ASC foram abordados com caráter humanístico. Os demais professores, menos experientes que a primeira professora, abordaram os ASC de maneira pontual. A análise evidenciou que o uso do livro *Química na Sociedade* como livro didático e guia curricular, bem como a experiência no magistério foram determinantes nas diferenças observadas entre os professores na abordagem dos ASC. Os professores menos experientes tiveram dificuldade em conduzir as discussões por meio de um processo interativo, seguindo o planejamento didático, o que não aconteceu com a outra professora. Apesar de todos os professores desenvolverem um processo pedagógico aquém de uma proposta de educação científica humanística, foram identificadas várias contribuições para o letramento científico dos alunos. Em conclusão, os estudos mostraram que os ASC potencializam o estabelecimento de interações dialógicas, possibilitam a introdução de atitudes e valores humanos, e podem ser configurados como elementos constitutivos dos currículos de ciências.

ABSTRACT

This thesis is an investigation of four case studies in which teachers from Distrito Federal approached socio-scientific issues, SSI, in chemistry lessons at public and private High Schools, using the textbook "Chemistry in Society". The SSI includes environmental, political, economic, ethical, social and cultural issues on science and technology. The aim of the investigation was to analyse the pedagogical process established in classroom, when SSI are approached, in order to identify advances, constraints and implications for the curriculum and for the professional development of science teachers, related to the perspective of scientific and technological literacy and of preparation for citizenship. In the first chapter, a bibliographic review is presented and the following topics are included: the meaning of scientific and technological literacy; the movement science-technology-society, STS; the Paulo Freire's proposal "pedagogy for freedom"; the conception of humanistic education; and the interactive and dialogical process in classroom. In the second chapter, it is presented an analysis of the book "Chemistry in Society", which was used by the teachers to introduce SSI. In the third chapter, the methods of research are presented. The data include teacher and student's interviews; the results of a social economical cultural survey; videotape of the lessons; and researcher field notes. In chapter four, it is presented the qualitative analysis of the first case study, in which the teacher approached systematically SSI. Episodes were selected and submitted to discursive analysis with a microgenetic character. In chapter five, the contributions from the other three cases are presented. The teacher of the first case, generally, established I-R-F interactions with the students, alternating evaluative and elaborative feedbacks, most of the time without taking into account the students' views. In some episodes, in which questions for discussing social themes were introduced, she was able to establish an interactive and dialogical process, considering the students' conceptual horizon. The analysis shows that some SSI were approached with humanistic perspective. The other teachers were beginning teachers and had less experience than the first teacher. They approached the SSI only occasionally. The analysis shows that the use of the "Chemistry in Society" as a textbook and as a curricular guide, as well as the teacher previous experience were the main apparent reason for the differences observed in the approaches of SSI. The teachers that were less experienced had more difficulties in conducting the discussions in an interactive way and in following the didactic plan. Despite the fact the none of the teachers developed a teaching proposal according to the humanistic scientific education perspective; it was possible to identify many contributions for the scientific literacy of their students. In conclusion, the study showed that the SSI can be constitutive elements of science curriculum which contribute to the establishment of dialogical interactive processes and to the introduction of attitudes and human values.

INTRODUÇÃO

Aprofundando a tomada de consciência da situação, os homens se apropriam dela como realidade histórica, por isto mesmo, capaz de ser transformada por eles.

Paulo Freire (Pedagogia do Oprimido).

1. Contextualização do problema

Leituras no âmbito da filosofia e sociologia da educação durante a minha graduação (re)avivaram o meu interesse pelo papel formativo da educação. A falta de uma formação específica em ensino de química, entretanto, me obrigou, desde a graduação, a excursionar pelo autodidatismo em busca da compreensão do papel específico da educação química na formação do cidadão. Apesar de a educação para a cidadania estar no centro de minhas leituras, eu sentia dificuldade em traduzir as recomendações filosóficas e sociológicas para uma prática específica em ensino da química. Nesse sentido, havia uma frustração, no início de minha carreira como professor de química, por não conseguir desenvolver ações pedagógicas que pudessem contribuir de forma significativa para a preparação para a cidadania. Essas são as razões que me levaram a desenvolver pesquisas sob a temática da educação química para a cidadania, que teve início no meu curso de mestrado.

Essa temática continua constituindo o meu objeto de estudo, a qual tem sido assunto de palestras, mesas-redondas e artigos (SANTOS, 1996; SANTOS e SCHNETZLER, 1996, 1997 e 1998; SANTOS e MORTIMER, 2000 e

2001). Ela está no foco do Projeto de Ensino de Química em um Contexto Social, PEQS, o qual vem sendo desenvolvido na Universidade de Brasília, desde 1997. Esse projeto tem como principal objetivo a produção de livro didático para o ensino médio de química visando a formação do cidadão, por meio da abordagem de temas que incorporem aspectos sócio-científicos. Como resultado desse projeto foi publicado, em co-autoria com professores do ensino médio, o livro *Química na Sociedade* (MÓL e SANTOS *et al.*, 1998a, 1998b, 2000).

A educação científica para a cidadania engloba os conhecimentos fundamentais para a sobrevivência do indivíduo na sociedade, os quais incluem questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais relativas à ciência e tecnologia. Essa educação implica, sobretudo, na formação de atitudes e hábitos e na educação de valores (SANTOS, 1996; SANTOS e SCHNETZLER, 1997).

Paulo FREIRE (FREIRE, 1967 e 1987 [1970]) propôs uma educação humanística, que ele denominou educação libertadora, a qual parte das relações concretas do homem com o mundo em que vive. Essa educação, ao colocar no centro das atenções a condição humana, vai além do mero ensino de conteúdos desprovidos de significado social. Para isso, Freire propôs que a educação deveria ser mediada pelas questões existenciais dos alunos, o que na sua dinâmica de alfabetização corresponderia a um processo de codificação feito a partir de temas.

Propostas educacionais, como a de Freire, foram emergindo na década de setenta, dentro de uma nova tendência curricular, fundamentadas em uma

teoria crítico social, a qual incorporou ao currículo questões relacionadas à ideologia, cultura e poder (MOREIRA e SILVA, 1994).

Currículos de ciência com ênfase em Ciência – Tecnologia – Sociedade, CTS, que foram desenvolvidos em diversos países nas três últimas décadas, também têm apresentado como objetivo a preparação do cidadão para o mundo tecnológico (BAZZO, 1998; SANTOS e MORTIMER, 2000; SANTOS e SCHNETZLER, 1997; RATCLIFFE, 2001).

Tais currículos são caracterizados pelo tratamento das inter-relações entre explicação científica, planejamento tecnológico e solução de problemas, e pela tomada de decisão sobre temas práticos de importância social (ROBERTS, 1988). Algumas dessas propostas buscam fazer a passagem da cultura dos alunos para a cultura científica (AIKENHEAD, 1996, 1997a e 2000), uma vez que a educação científica corresponde a um processo de enculturação em que o aluno entra em uma nova cultura, diferente da cultura do senso comum (DRIVER, ASOKO, LEACH, MORTIMER e SCOTT, 1994).

No processo de enculturação na ciência para preparar o cidadão, dentro do contexto curricular CTS, tem sido dada uma ênfase ao desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão. Com esse propósito, os currículos CTS têm sido organizados em torno de questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais relativas à ciência e tecnologia, as quais são denominadas no presente trabalho de aspectos sócio-científicos (ASC). As estratégias de ensino que têm sido recomendadas nesses currículos são centradas na participação dos alunos em atividades de debates.

Diversas pesquisas têm evidenciado a complexidade dos processos de desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão e de discussões de aspectos sócio-científicos, ASC (RATCLIFFE, 1997 e 1998; SANTOS e MORTIMER, 2001).

A educação científica para a cidadania tem sido denominada também de educação para ação social responsável (RAMSEY, 1993) e está inserida dentro do movimento de letramento¹ científico e tecnológico. O letramento científico e tecnológico tem sido amplamente debatido na literatura e proposto em diferentes contextos, embora, os autores nessa área estejam longe de chegarem ao consenso (JENKINS, 1990, 1997; LAUGKSCH, 2000). Uma possível razão para isso é que letramento científico é um conceito amplo que depende do contexto histórico no qual ele é proposto (DeBOER, 2000; LAUGKSCH, 2000). Uma outra razão é que tal conceito é influenciado por pressupostos ideológicos e filosóficos (AIKENHEAD, 1997b; CHAMPAGNE e LOVITTS, 1989). Todavia, as diferentes proposições de letramento científico sempre estiveram vinculadas aos objetivos relacionados à formação para a cidadania, incorporando argumentos democráticos e de implicações sociais.

A proposição de letramento científico para a formação de cidadania está presente na legislação educacional brasileira desde o início do século passado (SCHNETZLER, 1980; MORTIMER, 1988). As pesquisas em ensino de química no Brasil, no entanto, têm demonstrado que esse ensino na maioria das escolas não tem alcançado o objetivo de preparação para cidadania

¹ Empregamos em nosso trabalho o termo letramento ao invés de alfabetização, adotando a versão para o Português da palavra da língua inglesa *literacy* (vide discussão nesse sentido no capítulo 1).

(SCHNETZLER, 1980; MORTIMER, 1988; CHASSOT, 1995; SANTOS, 1992; SANTOS e SCHNETZLER, 1997).

Além disso, as pesquisas têm apontado diversas dificuldades dos professores de química em sua prática pedagógica (GAUCHE, 1992; ROMANELLI, 1992; ECHEVERRIA, 1993; MALDANER, 2000). Tais dificuldades estão relacionadas, entre outros fatores, ao processo de formação de professores, como tem sido constatado em vários outros trabalhos (GIL-PÉREZ e CARVALHO, 1993; NÓVOA, 1992). Essas constatações vinham sendo identificadas no trabalho do projeto PEQS de assessoramento aos professores que estavam adotando o livro didático *Química na Sociedade* (MÓL, SANTOS e SILVA, 1998; SANTOS, MÓL e SILVA, 1999).

Nesse sentido, a incorporação à prática pedagógica de objetivos educacionais voltados para a cidadania implica na necessidade de uma melhor compreensão sobre o processo de abordagem de ASC em sala de aula, bem como de sua relação com a prática e a formação de professores. É nesse contexto que está inserido o propósito de nossa investigação.

2. Justificativas e contribuições

Vivemos hoje em um mundo notadamente influenciado pela ciência e tecnologia. Tal influência é tão grande que podemos falar em uma autonomização da razão científica em todas as esferas do comportamento humano. Essa autonomização resultou em uma verdadeira fé no homem, na ciência, na razão,

enfim, uma fé no progresso. As sociedades modernas confiam na ciência e na tecnologia como se fossem divindades. A lógica do comportamento humano passou a ser a lógica da eficácia tecnológica e suas razões passaram a ser as da ciência.

Essa supervalorização da ciência fez com que as pessoas depositassem uma crença cega em seus resultados positivos. Ela ficou sendo vista como uma atividade neutra, de domínio exclusivo de um grupo de especialistas, que trabalha desinteressadamente e com autonomia na busca de um conhecimento universal, cujas conseqüências ou usos inadequados não são de sua responsabilidade.

Estudos da filosofia e da sociologia da ciência vêm demonstrando a falácia desse mito cientificista. Não existe a neutralidade científica e nem a ciência é eficaz para resolver as grandes questões éticas e sociopolíticas da humanidade (FOUREZ, 1995; JAPIASSU, 1999). Além disso, a ciência e a tecnologia têm interferido no ambiente e suas aplicações têm sido objeto de muitos debates éticos, o que torna inconcebível a idéia de uma ciência pela ciência, sem consideração de seus efeitos e aplicações. É nesse contexto que estudos sobre ciência, tecnologia e sociedade têm recebido uma grande atenção, sobretudo no período posterior ao da segunda guerra mundial (BRIDGSTOCK; BURCH; FORGE *et al.*, 1998). Nas últimas décadas, esses estudos vêm influenciando a elaboração de currículos de ciências em vários países.

Além disso, no século passado emergiu um novo modo de produção do conhecimento (GIBBONS; LIMOGES; NOWOTNY *et al.*, 1994), o qual tem se desenvolvido em um contexto de aplicação, com características mais

transdisciplinares do que disciplinares e dando lugar a uma interação entre diferentes atores sociais, como cientistas, representantes dos governos, do setor produtivo, de organizações não-governamentais e da imprensa. Isso tem implicado um aumento da responsabilidade social dos produtores de conhecimento científico e tecnológico. Nesse novo modo de produção, os diferentes profissionais têm se unido no interesse comum de resolver grandes problemas, como a cura da AIDS, a escassez ou má distribuição de alimentos etc. Isso passa a exigir do novo cientista uma maior reflexão e, sobretudo, a capacidade de dialogar com outras áreas para participar da análise de tais problemas em uma perspectiva multidisciplinar.

Esse novo contexto tem implicado também na necessidade do controle público da ciência. Como afirma VARGAS (1994),

uma nação adquire autonomia tecnológica não necessariamente quando domina um ramo de alta tecnologia; mas quando consegue uma ampla e harmoniosa interação entre esses subsistemas tecnológicos, sob o controle, orientação e decisão dos “filtros sociais”. (p.186).

Essa necessidade do controle público da ciência e da tecnologia contribuiu para uma mudança nos objetivos do ensino de ciências, que passou a dar ênfase na preparação dos estudantes para atuarem como cidadãos no controle social da ciência.

Educar, portanto, os cidadãos em ciência e tecnologia é hoje uma necessidade do mundo contemporâneo (SANTOS e SCHNETZLER, 1997). Não se trata de mostrar as maravilhas da ciência, como a mídia já o faz, mas de disponibilizar conhecimentos que permitam ao cidadão agir, tomar decisão e compreender o que está em jogo no discurso dos especialistas (FOUREZ, 1995).

Essa tem sido a principal proposição dos currículos de ciências com ênfase na formação da cidadania.

O letramento científico e tecnológico tornou-se um lema do ensino de ciências, em contraste ao lema cientificista das décadas de cinquenta e sessenta, do século passado, que era centrado na preparação dos jovens para agirem na sociedade como cientistas ou optarem pela carreira científica. Nesse novo contexto, o letramento científico objetiva levar os alunos a compreenderem como a ciência e a tecnologia influenciam-se mutuamente; a tornarem-se capazes de usar o conhecimento científico e tecnológico na solução de seus problemas no dia-a-dia; e a tomarem decisões com responsabilidade social (SANTOS e SCHNETZLER, 1997 e 1998).

Para o alcance desses objetivos, é fundamental a adoção de temas envolvendo questões sociais relativas à ciência e tecnologia que estejam diretamente vinculadas à vida dos alunos, assim como é primordial o desenvolvimento de atividades de ensino nas quais os alunos possam discutir diferentes pontos de vista sobre a questão envolvida na busca da construção coletiva de possíveis alternativas de solução.

Isso exige uma mudança de postura dos professores de ciências, no sentido de incorporar às suas aulas sessões de discussão de ASC; atividades de engajamento social dos alunos, por meio de ações concretas; e, sobretudo a discussão dos valores envolvidos.

Dessa forma, torna-se necessário o desenvolvimento de investigações que possam contribuir para o entendimento das implicações decorrentes da abordagem de ASC no currículo escolar. Isso se torna ainda mais urgente depois

que o discurso oficial incorporou mais ostensivamente às suas recomendações, preceitos relativos à contextualização do saber escolar, por meio da interface ciência e tecnologia. No Brasil, isso ocorreu recentemente tanto em nível de Estado, por meio das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, do Conselho Nacional de Educação (CNE, 1998), quanto de governo, por meio dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, estabelecidos pelo Ministério da Educação (BRASIL, 1999). Nesse momento, portanto, torna-se fundamental que haja uma reflexão crítica das implicações que possam decorrer do processo de incorporação curricular de abordagem de ASC.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é contribuir para essa reflexão crítica, identificando as concepções e práticas de professores na abordagem de ASC em sala de aula, os fatores que propiciam ou dificultam a introdução desses aspectos, a influência do livro *Química na Sociedade* nesse processo e as respostas dos alunos a essas tentativas. Os resultados aqui apresentados poderão auxiliar no entendimento das implicações pedagógicas decorrentes de estratégias de ensino usadas na abordagem de ASC; na identificação de condições para o processo de formação de professores; na compreensão do processo pedagógico de abordagem de ASC, mediado pelo livro didático; e na avaliação de propostas curriculares que enfatizam essa abordagem.

Acreditamos que tais contribuições possibilitarão uma reflexão crítica sobre o processo de reforma curricular do ensino médio, ajudando a pensar possibilidades de transformar o ideal em realidade curricular.

Esse tem sido o nosso objetivo na militância na educação, tanto na elaboração do livro didático *Química na Sociedade*, como na formação inicial e

continuada de professores a que estamos vinculados na universidade. Nesse sentido, as contribuições desta pesquisa, além de fornecer subsídios para aqueles que trabalham em currículos de ciências e na formação de professores, representarão um crescimento profissional em nosso trabalho acadêmico, possibilitando uma avaliação crítica do processo de produção de livro didático, que continuamos a desenvolver, e o repensar do nosso fazer pedagógico no curso de licenciatura e nos programas de formação continuada. Sem dúvida, esses resultados já estão dando respostas às muitas de nossas indagações, pois na verdade, conforme discutiremos adiante, o objeto de nossa investigação compreende professores que são nossos ex-alunos e um livro didático que é fruto de nossa pesquisa. Isso significa, portanto, que a presente pesquisa está imbricada com a nossa história de vida.

3. Objeto de pesquisa, objetivos e questões de estudo

Apesar de várias pesquisas demonstrarem que o ensino de química não tem alcançado os seus objetivos no que diz respeito à formação da cidadania, diversos trabalhos sobre formação continuada de professores vêm constatando a existência de experiências isoladas no ensino de química, com resultados positivos, nas quais professores buscam a inovação pedagógica (MALDANER, 2000; MORTIMER; ORNELAS; MACHADO *et al.*, 1998; PITOMBO; MARCONDES; ESPERIDIÃO *et al.*, 1998). Essas evidências corroboram a nossa

experiência de contato com os professores, que demonstram a existência de inovações desenvolvidas nesse sentido.

Esse fato despertou nosso interesse em investigar como e em que condições os professores têm buscado desenvolver suas próprias experiências pedagógicas de introdução de ASC e quais são as dificuldades enfrentadas por eles nesse processo. Pois tal investigação vem ao encontro de nossa busca de resposta aos problemas que enfrentamos como elaboradores de material curricular e formadores de professores.

Partindo do pressuposto de que o livro didático *Química na Sociedade*, elaborado pelo grupo PEQS, do qual participamos, diferencia-se dos livros didáticos geralmente comercializados em larga escala, principalmente pela inclusão dos ASC, delimitamos a nossa investigação aos professores do Distrito Federal que fazem uso do referido livro didático. Dessa forma, com esse recorte poderemos compreender como o referido livro didático vem sendo apropriado pelos professores, permitindo uma avaliação de nossa prática. Ainda que tal avaliação não seja o objetivo central da investigação, os resultados da pesquisa implicarão como decorrência em uma avaliação.

O objetivo de tal critério foi selecionar professores que estivessem evidenciando preocupação em abordar ASC no ensino de química. A partir da identificação dos professores que usam o livro didático *Química na Sociedade*, selecionamos aqueles cujo discurso, em entrevistas gravadas, apresentou indícios de que estavam no ano letivo de 1999, ano de nossa investigação, abordando em sala de aula os ASC. Os professores selecionados foram agrupados em quatro categorias e, de cada uma dessas, foi escolhido

aleatoriamente um professor. Os quatros professores selecionados constituíram, assim, nos estudos de caso que caracterizam o nosso objeto de investigação a respeito da abordagem em sala de aula dos ASC.

O principal objetivo desses estudos é a análise do processo pedagógico estabelecido em sala de aula, quando da abordagem de aspectos sócio-científicos (ASC), em relação aos propósitos do letramento científico e tecnológico na perspectiva de formação para a cidadania, visando a identificação de avanços, limitações e implicações para o currículo e para o processo de formação de professores.

A partir desse objetivo e do contexto da delimitação dos estudos de caso, estabelecemos as seguintes questões de investigação:

- 1) Quais são as concepções dos professores sobre abordagem de ASC em sala de aula?
- 2) Como os professores introduzem esses aspectos nas aulas de química, em termos de conteúdo e estratégias de ensino?
- 3) Quais são os fatores que possibilitam e dificultam a introdução e a abordagem desses aspectos em sala de aula?
- 4) Qual a influência do livro *Química na Sociedade* nas tentativas dos professores de introdução desses aspectos nas aulas de química?
- 5) Quais são as respostas dos alunos em sala de aula a essas tentativas?

Na tentativa de obter respostas às nossas questões de pesquisa, começaremos por rever, no próximo capítulo, a literatura que fundamenta o nosso trabalho em relação ao papel da abordagem de aspectos sócio-científicos (ASC). Nessa revisão, fomos buscar fundamentação no trabalho de Paulo Freire, que

apresenta de forma original uma contribuição crítica que nos ajuda a (re)pensar o papel do letramento científico no contexto brasileiro. Essa revisão, juntamente com uma perspectiva dialógica de análise das interações em sala de aula, também apresentada no capítulo um, fornecerá os instrumentos de análise dos casos estudados.

No capítulo dois, discutiremos as concepções do livro *Química na Sociedade*, que de alguma maneira influenciou a prática dos professores que investigamos. No capítulo três, apresentaremos a fundamentação e a descrição metodológica da pesquisa. Nos dois capítulos finais, serão apresentados os estudos de casos da presente tese, cujas principais implicações serão retomadas e discutidas nas considerações finais.

1. ASPECTOS SÓCIO-CIENTÍFICOS (ASC) NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Para o educador-educando, dialógico, problematizador, o conteúdo programático da educação não é uma doação ou uma imposição – um conjunto de informes a ser depositado nos educandos...

Paulo Freire (Pedagogia do Oprimido).

No presente capítulo, apresentamos a revisão de literatura que fundamenta a nossa tese em relação ao papel da abordagem de aspectos sócio-científicos (ASC) e que fornece parte dos instrumentos de análise dos casos estudados.

Inicialmente será apresentada a revisão da fundamentação curricular para a abordagem de aspectos sócio-científicos (ASC) no ensino de ciências. Esses aspectos têm sido propostos com diferentes objetivos, dentre os quais está o de letramento científico e tecnológico do cidadão. A sua abordagem tem sido sistematicamente recomendada pelos currículos Ciência – Tecnologia – Sociedade, CTS.

A partir dessas concepções curriculares, vamos discutir uma proposta de educação científica humanística, fundamentada na concepção de Paulo Freire de educação para a liberdade. Com essa perspectiva humanística, vamos buscar uma proposta de educação científica direcionada ao contexto brasileiro e que forneça elementos para a análise do papel da abordagem de ASC em nossos estudos de caso.

Dessa forma, a proposta de letramento científico e tecnológico que desenvolveremos na presente tese será fundamentada no desenvolvimento de atitudes e valores humanos, em que os alunos participem na discussão de problemas científicos e tecnológicos vinculados a sua vida. Para isso é fundamental, que a abordagem de ASC seja conduzida por meio de um processo dialógico. Nesse sentido, será discutida no presente capítulo uma concepção de dialogia que vem sendo aplicada no ensino de ciências, que se fundamenta nas contribuições de Bakhtin e que contribui de forma significativa para a abordagem dos ASC.

Toda a fundamentação teórica que desenvolveremos neste capítulo fornecerá ferramentas metodológicas para a análise dos estudos de caso desta pesquisa.

1. Letramento científico e tecnológico

O objetivo de formação para a cidadania no ensino de ciências insere-se dentro do contexto do movimento de letramento em ciência e tecnologia, LCT.

O letramento em ciência e tecnologia, LCT, tem sido associado a estudos de compreensão pública da ciência, ciência para todos e educação em ciência – tecnologia – sociedade, CTS. Embora as proposições de LCT e CTS tenham sido feitas em contextos muito diferentes (AIKENHEAD, 1997b), apresentamos, a seguir, os principais significados que têm sido sintetizados por diferentes autores que têm investigado os objetivos de LCT e CTS.

SHEN (1975) sugeriu três categorias de letramento científico: prática, cívica e cultural. A *prática* significa a “posse do tipo de conhecimento científico e técnico que pode ser imediatamente usado para ajudar a melhorar o padrão de vida das pessoas” (SHEN, 1975, p. 265) [tradução nossa], e que se relaciona com as necessidades humanas básicas de alimentação, saúde e habitação. A *cívica* refere-se ao conhecimento essencial que as pessoas necessitam para compreender as políticas públicas. Essa categoria de letramento científico tem como objetivo conscientizar os cidadãos sobre os problemas sociais relativos à ciência e tecnologia com o objetivo de levá-los a participar do processo de decisão sobre questões envolvendo saúde, energia, alimentação, recursos naturais, ambiente e comunicação. A *cultural* significa o conhecimento que os indivíduos adquirem para transpor as diferenças entre as culturas científica e humanística.

MILLER (1983) identificou três dimensões que constituem o letramento científico: (a) compreensão das normas e métodos da ciência (*natureza da ciência*); (b) compreensão dos termos e conceitos científicos chaves (*conteúdo científico*); e (c) consciência e compreensão do *impacto da ciência e tecnologia sobre a sociedade*.

MILLAR (1996) agrupou os argumentos usados para justificar a necessidade do letramento científico em cinco categorias: (a) argumento *econômico*, que conecta o nível de conhecimento público da ciência com o desenvolvimento econômico do país; (b) *utilitário*, que justifica o letramento por razões práticas e úteis; (c) *democrático*, que ajuda os cidadãos a participar nas discussões, no debate e na tomada de decisão sobre questões científicas; (d)

social, que vincula a ciência com a cultura, fazendo com que as pessoas fiquem mais simpáticas à ciência e à tecnologia; e (e) *cultural*, que tem como meta fornecer aos alunos o conhecimento científico como produto cultural.

DeBOER (2000), discutindo os significados da educação para o letramento científico ao longo da história, resumiu os seus propósitos em nove itens: (1) ensino e aprendizagem de ciências como uma força cultural no mundo moderno; (2) preparação para o mundo do trabalho; (3) ensino e aprendizagem de ciências que têm aplicação direta ao cotidiano; (4) preparação dos alunos para serem cidadãos informados; (5) aprendizagem de ciências como uma forma particular de examinar o mundo natural; (6) compreensão dos relatórios e discussões da ciência que aparecem na mídia; (7) aprendizagem de ciências por seus apelos estéticos; (8) preparação de cidadãos simpáticos à ciência; e (9) compreensão da natureza e da importância da tecnologia e da relação entre tecnologia e ciência.

SOLOMON (2001) esboçou os objetivos do letramento científico em cinco itens: “a habilidade para ler e compreender a ciência; a habilidade para expressar uma opinião sobre ciência; preocupação com os problemas da ciência contemporânea, agora e para o futuro; participação nas tomadas de decisão democráticas; compreensão de como a ciência, tecnologia e a sociedade influenciam-se mutuamente” (p. 95) [tradução nossa].

Essa diversidade de classificações evidencia que existem diferentes concepções para o letramento científico. No presente trabalho vamos adotar as concepções de LCT que consideram a inter-relação entre ciência e tecnologia e habilidades para tomada de decisão na sociedade sobre questões de interesse

pessoal, cívico e profissional. Essas categorias de letramento científico têm sido amplamente enfatizadas por muitos autores (ARONS, 1983; BINGLE e GASKELL, 1994; BRICKHOUSE, EBERT-MAY e WIER, 1989; CROSS, 1995, JENKINS, 1990, 1997; PREWITT, 1983; WAKS, 1990, WYNNE, 1991) e têm sido denominadas como educação para a cidadania.

O significado que estamos adotando para letramento científico e tecnológico se aproxima daquele usado por SOARES (1998), que opta por usar esse termo e não a palavra alfabetização. Segundo SOARES (1998), o termo letramento vem sendo usado em Educação e nas Ciências Linguísticas com o significado de “estado ou condição de quem não apenas sabe ler e escrever, mas cultiva e exerce práticas sociais que usam a escrita” (p. 47), enquanto o termo alfabetização tem sido empregado com o sentido mais restritivo de ação de ensinar a ler e a escrever (SOARES, 1998). Por isso optamos por adotar o termo letramento científico e tecnológico neste trabalho.

De acordo com essa definição, uma pessoa alfabetizada, que sabe ler e escrever, pode não ser letrada caso não faça uso da prática social de leitura, ou seja, não leia jornais, avisos, correspondências ou não escreva cartas e recados. Ao contrário, uma pessoa pode não ser alfabetizada, mas ser letrada, se tiver contato diário com as informações do mundo da leitura e da escrita, por meio de pessoas que lêem ou escrevem para elas as notícias do jornal, as cartas ou recados.

Segundo SOARES (1998), as condições para o letramento estão relacionadas às condições socioeconômicas e culturais dos grupos sociais. O

desenvolvimento da prática social da leitura e da escrita depende de um processo real de escolarização e da disponibilidade de material de leitura.

Da mesma forma, podemos distinguir entre alfabetização e letramento em ciência e tecnologia. Nesse caso, podemos considerar a alfabetização científica e tecnológica como o reconhecimento básico da linguagem científica e dos processos tecnológicos restritamente ao âmbito escolar, ou ainda, à resolução de exercícios e problemas escolares. Já o letramento em ciência e tecnologia seria o estado ou condição de quem não apenas reconhece a linguagem científica e entende alguns de seus princípios básicos, mas cultiva e exerce práticas sociais que usam o conhecimento científico e tecnológico. Esse seria o objetivo do LCT com o propósito de formar o cidadão.

Os currículos de ciências com tal objetivo têm enfatizado a necessidade de preparar os alunos para tomada de decisão, a qual constitui em uma das metas dos currículos CTS (SANTOS e MORTIMER, 2001). Nesse sentido, WAKS (1990) afirma que:

O propósito da educação CTS é promover o letramento em ciência e tecnologia, de maneira que se *capacite o cidadão a participar no processo democrático de tomada de decisão* e se promova a ação cidadã encaminhada à solução de problemas relacionados à tecnologia na sociedade industrial. (p. 43) [tradução e grifos nossos].

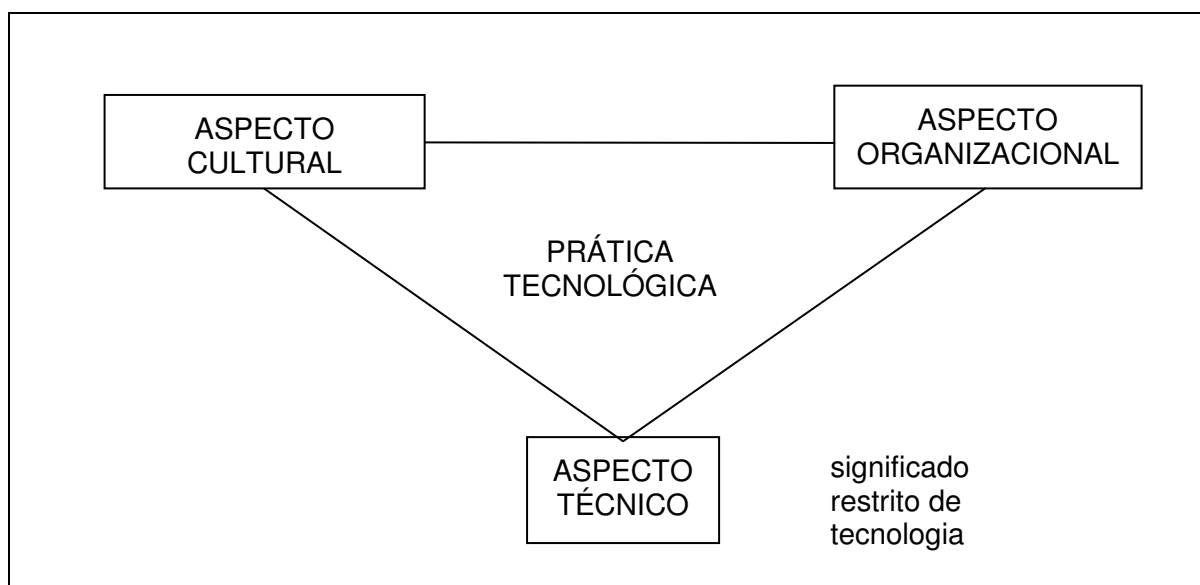
Assim, WAKS (1990) aponta que o letramento científico envolve a compreensão do impacto da ciência e da tecnologia na vida pública, que embora dependa de um conhecimento da ciência, não se reduz a isso.

Já em relação ao letramento tecnológico, FLEMING (1989) discute um conceito bastante elucidativo a partir da definição de prática tecnológica

apresentada por PACEY (1990). Para ele, a prática tecnológica é constituída pelos seguintes aspectos centrais que são ilustrados na figura 1:

1. aspecto técnico: conhecimentos, habilidades e técnicas; instrumentos, ferramentas e máquinas; recursos humanos e materiais; matérias-primas, produtos obtidos, dejetos e resíduos;
2. aspecto organizacional: atividade econômica e industrial; atividade profissional dos engenheiros, técnicos e operários da produção; usuários e consumidores; sindicatos;
3. aspecto cultural: objetivos; sistema de valores e códigos éticos; crenças sobre o progresso, consciência e criatividade.

FIGURA 1 - Significado da tecnologia²



² Extraído de PACEY, 1990, p. 19 [tradução nossa].

Em geral, a tecnologia é reduzida apenas ao seu aspecto técnico. A identificação dos aspectos organizacionais e culturais da tecnologia permite compreender como ela é dependente dos sistemas sociopolíticos e dos valores e ideologias da cultura em que se insere.

Nesse sentido, para FLEMING (1989), uma pessoa letrada tem o poder e a liberdade de usar os seus conhecimentos para examinar e questionar os temas de importância na sociotecnologia. Isso implica ser crítico no uso da tecnologia, ou seja, ter a habilidade intelectual de examinar os prós e contras de algum desenvolvimento tecnológico, examinar o potencial de seus benefícios e de seus custos e perceber o que está por de trás das forças políticas e sociais que orientam esse desenvolvimento.

FOUREZ (1997) discute que os movimentos de LCT e CTS podem ser vistos como uma revolta contra uma configuração social particular de uma prática científica e tecnológica. Na sociedade moderna, muitas vezes, os especialistas, tomam decisões sobre questões sociais, sem a participação dos cidadãos. Nesse contexto, a educação científica poderia contribuir na preparação dos alunos para compreender a opinião dos especialistas e participar nas decisões sociais.

Para FOUREZ (1997),

As pessoas poderiam, assim, ser consideradas cientificamente e tecnologicamente letradas quando o seu conhecimento e suas habilidades dão-lhes um certo grau de autonomia (a habilidade de ajustar suas decisões aos limites naturais ou sociais), uma certa habilidade para comunicar (selecionar o modo apropriado de expressão), e um certo grau de controle e responsabilidade no tratamento de problemas específicos (técnicos, mas também emocionais, sociais, éticos e culturais). Nessa visão, LCT não está preocupado somente com o conhecimento científico e técnico, mas também com a participação na vida de uma sociedade que carrega a marca da tecnociência (p. 51) [tradução nossa].

A preparação do aluno para tomar decisões também vem sendo denominada educação para a ação social responsável (CROSS e PRICE, 1992, 1999; FRAZER e KORNHAUSER, 1986; RAMSEY, 1993; RUBBA, 1991; WAKS, 1992), que propõe desenvolver um senso de responsabilidade nos alunos para os problemas sociais e ambientais, tanto os atuais como os futuros.

Segundo RUBBA (1991), o objetivo da educação para ação social responsável é preparar o cidadão para tomar decisões, com consciência do seu papel como indivíduo capaz de provocar mudanças sociais na busca de melhor qualidade de vida para toda a população. Isso incluiria conscientizar o cidadão quanto aos seus deveres na sociedade, sobretudo no que se refere ao compromisso de cooperação e co-responsabilidade, na busca conjunta de solução para os problemas existentes (SANTOS e SCHNETZLER, 1997 e 1998).

Nessa perspectiva, a educação para a ação social responsável deveria levar os alunos a agir conforme a decisão tomada e a assumir a responsabilidade pela ação desenvolvida (ZOLLER, 1993).

WAKS (1992) comenta que a responsabilidade está associada a uma atitude de conduta de acordo com normas sociais e a uma tomada de consciência para problemas sociais. Ele considera, todavia, que uma pessoa torna-se responsável não meramente por concordar com normas, mas pela aceitação consciente da responsabilidade. Uma pessoa torna-se agente responsável quando ela aceita o problema social como uma matéria de preocupação pessoal. Ou seja, a responsabilidade é atingida quando ela é livremente desenvolvida e aceita.

Para WAKS (1992),

cidadãos responsáveis aceitam a responsabilidade em relação aos impactos da ciência e da tecnologia sobre a sociedade. Eles (a) procuram compreender como mudanças na ciência e na tecnologia estão afetando as pessoas na nossa sociedade, para ajudá-las ou para prejudicá-las; (b) pensam ativamente sobre e decidem o que é correto e melhor para a sociedade; e (c) comprometem-se a participar ativamente como indivíduo, tomando decisões pessoais e como membro da sociedade, trazendo seus valores para sustentar a tomada de decisão coletiva. (p. 15) [tradução nossa].

O ensino de ciências para ação social responsável implica, então, considerar aspectos relacionados aos valores e às questões éticas. Uma decisão responsável é caracterizada por uma explícita consciência dos valores que a orientou. Para CROSS e PRICE (1992), o letramento científico para ação social responsável requer atitudes e habilidades do professor, mais do que a adoção de novos programas.

Em síntese, estudos e propostas curriculares têm enfatizado a importância do ensino de ciências em preparar os alunos para atuar na sociedade. Nesse aspecto, essas propostas poderiam ser vistas como uma educação científica que se aproxima da perspectiva humanística proposta por Paulo Freire como educação para a liberdade, que iremos discutir a seguir.

2. Educação científica humanística

Educação é sempre um processo humano; portanto, ela é fundamentada na transmissão ou na geração de valores. Nesse sentido, segundo FREIRE (1987 [1970]), não existe educação fora da sociedade humana. A proposta educacional de FREIRE (1967, 1987) é essencialmente uma pedagogia

humanística voltada para as condições humanas, que deve considerar o mundo no qual os homens e as mulheres estão inseridos.

Ele propôs uma educação revolucionária de acordo com o contexto histórico da sociedade brasileira, em sua época, caracterizada pela opressão. Segundo ele, essa sociedade estava em transição e tinha todas as características de uma sociedade fechada em um contexto cultural de alienação. Para essa sociedade, era necessário um processo educacional como prática da liberdade que tivesse como meta a mudança do contexto de alienação gerado pela opressão.

Desenvolvendo uma teoria da ação dialógica, Paulo Freire discute que, enquanto no processo de dominação o sujeito, o eu, transforma o outro, o tu, em um mero isto, no processo dialógico tem-se uma dialética onde um não anula o outro, mas um se transforma no outro. Na medida em que um considera o outro, ele incorpora o outro e, assim “esse *tu* que o constitui se constitui, por sua vez, como *eu*, ao ter no seu *eu* um *tu*. Dessa forma, o *eu* e o *tu* passam a ser, na dialética dessas relações constitutivas, dois *tu* que se fazem dois *eu*” (FREIRE, 1987, p. 165-166) [grifo do autor].

A educação dialógica possibilita a liberação do oprimido, enquanto a educação que FREIRE denominou de “bancária”, é a educação dos opressores que mantém o processo de opressão. Disse Paulo Freire sobre a educação “bancária”:

Em lugar de comunicar-se, o educador faz “comunicados” e depósitos que os educandos, meras incidências, recebem pacientemente, memorizam e repetem. Eis aí a concepção “bancária” da educação, em que a única margem de ação que se oferece aos educandos é de receberem os depósitos, guardá-los e arquivá-los. Margem para serem

coleccionadores ou fichadores das coisas que arquivam. No fundo, porém, os grandes arquivados são os homens, nesta (na melhor das hipóteses) equivocada concepção “bancária” da educação. Arquivados, porque, fora da busca, fora da práxis, os homens não podem ser. Educador e educandos se arquivam na medida em que, nesta distorcida visão da educação, não há criatividade, não há transformação, não há saber. Só existe saber na invenção, na reinvenção, na busca inquieta, impaciente, permanente, que os homens fazem no mundo, com o mundo e com os outros. (FREIRE, 1987, p. 58).

De acordo com a teoria de ação dialógica de Paulo Freire, enquanto no processo de dominação o sujeito conquista a outra pessoa e a transforma em “coisa”, no processo dialógico, a característica central é o fato de que uma pessoa não anula a outra. No processo dialógico, os sujeitos encontram-se em cooperação para transformar o mundo. Seria a práxis dialógica que permitiria o desvelamento, pelos oprimidos, da sua situação de opressão. Disse Paulo Freire:

A educação libertadora, problematizadora, já não pode ser o ato de depositar, ou de narrar, ou de transferir, ou de transmitir “conhecimentos” e valores aos educandos, meros pacientes, à maneira da educação “bancária”, mas um ato cognoscente. Como situação gnosiológica, em que o objeto cognoscível, em lugar de ser o término do ato cognoscente de um sujeito, é o mediatizador de sujeitos cognoscentes, educador, de um lado, educandos de outro, a educação problematizadora coloca, desde logo, a exigência da superação da contradição educador-educandos. Sem esta não é possível a relação dialógica, indispensável à cognoscibilidade dos sujeitos cognoscentes, em torno do mesmo objeto cognoscível. (*ibid.*, p. 68).

Essa é a fundamentação de sua proposta de educação para a liberdade. Para ele, não há como conscientizar sem a dialética inerente a todo processo que implica diálogo entre as pessoas. É só por meio dela que homens e mulheres se humanizam, que fazem da palavra não a palavra do outro, mas a sua própria palavra, capaz de dizer-se, de se pensar no mundo. Para ele, palavra não é mero pensamento expresso, é práxis, ação transformadora no mundo e do

mundo. Diálogo não é o que impõe, o que maneja, mas o que desvela a realidade. Daí a importância da problematização.

Quanto mais se problematizam os educandos, como seres no mundo e com o mundo, tanto mais se sentirão desafiados. Tão mais desafiados, quanto mais obrigados a responder ao desafio. Desafiados compreendem o desafio na própria ação de captá-lo. Mas, precisamente porque captam o desafio como um problema em suas conexões com outros, num plano de totalidade e não como algo petrificado, a compreensão resultante tende a tornar-se crescentemente crítica, por isto, cada vez mais desalienada. (FREIRE, 1987, p. 70).

Para Freire, problematizar é exercer uma análise crítica sobre a realidade problema. Para que isso ocorra, os sujeitos precisam voltar-se dialogicamente para a realidade mediatizadora, a fim de transformá-la. Esse processo não se dá por imposição, como é feito na educação “bancária”. Ele se dá por meio da co-laboração e da comunhão de idéias, que para Freire implica um processo de fé nos homens, de confiança mútua, que se instaura a partir de uma ação com amor, humildade e solidariedade (FREIRE, 1987).

Podemos considerar a educação “bancária” de ciências como sendo uma educação opressora, pois carrega consigo os valores dominantes da tecnologia que têm submetido os interesses humanos àqueles puramente de mercado. Essa educação é opressora, pois é uma mera repetição de conhecimentos sem significado para a vida das pessoas. E de fato, o ensino de ciências tem sido caracterizado como um processo de memorização de termos e definições científicas e de resolução de algoritmos, sem significação para os alunos.

Segundo FREIRE (1987), a educação deveria ir muito além da repetição, se constituindo em um instrumento de libertação, de superação das

condições sociais vigentes. Como afirmava: “Ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo, os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo” (FREIRE, 1987, p. 68). Essa mediatização ocorre por meio de uma educação problematizadora, de caráter reflexivo, de desvelamento da realidade, na qual o diálogo começaria a partir da reflexão das contradições básicas da situação existencial. É nessa reflexão que o diálogo permite a educação para a prática da liberdade.

A sua proposta é uma nova forma de práxis educativa, que ao invés de reproduzir o mundo vai transformá-lo. As palavras geradoras, repletas de sentido para os educandos, são instrumentos de repensar o mundo. Nesse sentido, a sua proposta é de uma educação para a conscientização, que vai além do ato de ensinar a ler e a escrever. O educando usaria a leitura e a escrita para desencadear um processo social de transformação de sua realidade.

Para ser coerente com a proposta de Paulo Freire, o letramento científico teria por objetivo a problematização de temas sociais de modo a assegurar um comprometimento social dos educandos. Assim, o processo de letramento científico e tecnológico na Educação Básica deveria levar em consideração o contexto da sociedade tecnológica atual. Esse contexto é caracterizado de forma geral por um processo de dominação dos sistemas tecnológicos, que impõem valores culturais e oferecem riscos para a vida humana. No caso do Brasil e dos países do chamado Terceiro Mundo, ele é caracterizado por um processo de exclusão social em que apenas uma parcela da população usufrui seus benefícios, enquanto a maioria fica na marginalidade. Na perspectiva global, ele é caracterizado pela divisão desigual do trabalho, do lucro

e da exploração ambiental. Enquanto aos países pobres são destinados os serviços produtivos de extração de matéria-prima com a exploração de mão-de-obra e dos recursos naturais, aos países ricos é destinado o acúmulo de bens, de serviços e do lucro do controle da alta tecnologia e do capital sob à custa dos marginalizados e excluídos.

Isso implica em uma concepção de letramento científico em que valores e atitudes fossem discutidos, na perspectiva de os alunos compreenderem o mundo tecnológico em que estão inseridos e poderem transformá-lo com base nos valores humanos. A mediação das questões relativas à ciência e tecnologia, nesse sentido, poderia ser desenvolvida a partir do que estamos denominando de ASC, ou seja, de questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais relativas à ciência e tecnologia. A abordagem desses aspectos no currículo de ciências teria o papel de contribuir para o letramento científico e tecnológico na perspectiva humanística.

Nesse sentido, vamos discutir, a seguir, como seria a abordagem de ASC no currículo de ciências na visão humanística, por meio da introdução de temas sociais.

3. ASC e abordagem temática na perspectiva humanística

A inclusão de ASC no currículo tem sido amplamente recomendada no ensino de ciências por pesquisadores da área (AIKENHEAD, 1994a; KOLSTOE, 2001; RAMSEY, 1993; RATCLIFFE, 1997, 1998; RUBBA, 1991; SOLOMON,

1990, 1993b) e pela legislação educacional brasileira, mas recentemente pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, DCNEM (CNE, 1998), e pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, PCNEM (BRASIL, 1999), da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.

Essa introdução de ASC tem sido recomendada no ensino de ciências com os seguintes objetivos, que podem ser relacionados a cinco categorias: (1) relevância – encorajar os alunos a relacionar suas experiências escolares em ciências com problemas reais e desenvolver responsabilidade social; (2) motivação; (3) comunicação – ajudar os alunos a verbalizar, ouvir e argumentar; (4) análise – ajudar os alunos a desenvolver habilidades de raciocínio sistemático e profundo; (5) compreensão – auxiliar na aprendizagem de conceitos científicos e de aspectos relativos à natureza da ciência (RATCLIFFE, 1998; RYDER, 2001). Além desses objetivos, incluímos a finalidade humanística na perspectiva de educação para a liberdade de Paulo Freire.

A função de relevância que vem sendo defendida na literatura, conforme relatamos no primeiro item, referente ao letramento científico e tecnológico, aponta claramente para a necessidade de preparar o cidadão para uma ação social responsável, comprometido com questões ambientais presentes e futuras que possam participar das decisões sobre ciência e tecnologia. Essa função destaca a preocupação ambiental e a democrática, no sentido de preparar as pessoas para participar do processo decisório.

Enquanto o foco dessas concepções está nas questões ambientais e no desenvolvimento de habilidades para a argumentação e a participação, o foco do trabalho de Freire está no HOMEM e nas suas condições existenciais. Freire

destaca em sua proposta educativa a libertação da condição de exploração humana e a transformação de uma sociedade marcada pela opressão para uma sociedade de iguais. A sua proposta dialógica busca estabelecer relações de igualdade, em que um não explora o outro, mas ambos se fazem humanos, na co-constituição de visões de mundo.

Pensar na função de relevância social pode ser um pensar humanístico, quando o comprometimento social que se pretende é com os valores humanos. Mas esse pensar pode ser centrado muito mais em valores de mercado gerados pela sociedade tecnológica do que em valores essencialmente humanos. Nessa perspectiva, temos visto propostas que são apresentadas com o objetivo de relevância social, mas que na verdade são centradas na preparação dos indivíduos para o uso adequado dos artefatos tecnológicos de forma a usufruir melhor dos recursos que eles oferecem e a preparar os sujeitos em um esquema racional de decisão de custos e benefícios. Essas propostas possuem relevância social, uma vez que preparam os cidadãos ao manejo cada vez mais especializado da tecnologia e que os prepara para adotar uma posição de consumidores exigentes que passam a ter uma seleção refinada sobre o que e como consumir.

Mas, essa educação tecnológica, porém, pode ser alienante e determinista, pois o seu fim é produzir um novo consumidor, o consumidor do novo milênio que preserve o ambiente para que a sociedade possa prosseguir no seu afã de exploração e dominação, e assim viabilizar a continuidade do processo de desenvolvimento tecnológico, ameaçado no século passado por grandes tragédias. Esse, de certa forma, tem sido o lema do desenvolvimento sustentável,

que encobre os interesses humanos, pela lógica desenvolvimentista (BOFF, 1995). Aqui, o que está em jogo é a busca de uma nova saída para o desenvolvimento tecnológico. O novo contexto produtivo passou a requerer uma população letrada que pudesse dar suporte ao sistema já estabelecido e assim o letramento científico e tecnológico pode ser visto como uma força de manutenção do *status quo*, como uma alternativa para a manutenção do poder estabelecido.

Ao pensar em uma proposta de educação científica e tecnológica humanística, estamos buscando uma educação que não se restrinja ao uso e não uso de aparatos tecnológicos, ao bom uso e ao mau uso, mas em uma educação capaz de pensar nas possibilidades humanas e nos seus valores, em fim em uma educação centrada na condição existencial. Isso significa levar em conta a situação de opressão em que vivemos, a qual é marcada por um desenvolvimento em que os valores da dominação, do poder, da exploração estão acima das condições do homem (BECK, 1992; GIDDENS, 1991; HABERMAS, 1971; HILL, 1988; MARCUSE, 1964).

Nesse sentido, uma educação científica e tecnológica humanística buscaria incorporar ao currículo discussões de valores e reflexões críticas que possibilitassem desvelar a condição humana. Não se trata de uma educação contra o uso da tecnologia e nem uma educação para o uso, mas uma educação em que os alunos possam refletir sobre a sua condição no mundo frente aos desafios postos pela ciência e tecnologia.

Isso não é muito diferente do que propõem muitos dos autores que discutem currículos CTS ou objetivos de LCT, mas marcar uma visão humanística é fundamental, para diferenciar posições, que muitas vezes ingenuamente se

apresentam com o argumento da relevância social para esconder o seu discurso de manutenção do *status quo*, do processo de opressão que marca o mundo globalizante de nossos tempos.

Uma condição básica para a educação humanística é discutir valores humanos e as implicações sociais da ciência (SANTOS e SCHNETZLER, 1997). Todavia, essas discussões não podem somente servir para ilustrar as conseqüências imediatas, como por exemplo, os benefícios e os prejuízos do uso de telefone celular, ou do consumo de alimentos geneticamente alterados (SANTOS e MORTIMER, 2000). Na perspectiva humanística, é fundamental que as discussões dos ASC incluam, por exemplo, a compreensão dos riscos ambientais; o processo de dominação e exploração que é instaurado pelos sistemas tecnológicos, em que poucos usufruem os seus benefícios, enquanto muitos ficam desprovidos de seu acesso; as relações econômicas entre processo produtivo e interesses dos trabalhadores e da sociedade; enfim o desenvolvimento de atitudes e valores consistentes com a consciência ecológica comprometida com a cidadania planetária (BOFF, 1994, 1995; GUTIÉRREZ e PRADO, 1999).

Esse conhecimento envolve aspectos políticos, para os quais os cidadãos precisam ser preparados. Por exemplo, como FOUREZ (1989) discute, o processo de obtenção de informação pelos cidadãos envolve conflitos de interesse. O consumidor necessita de informações sobre as vantagens e desvantagens dos produtos, informações essas que são freqüentemente controladas pela indústria. Da mesma forma, os operários da indústria necessitam de informações para participar das políticas de segurança do trabalho.

Assim, junto com a discussão sobre os princípios envolvidos no processo de separação de materiais, como no tratamento dos resíduos sólidos urbanos, além da discussão conceitual de substâncias, materiais e suas propriedades – base conceitual mínima para o entendimento de tais processos – uma série de ASC precisa ser discutida com os alunos. Não se trata de apenas acrescentar ao currículo a discussão técnica sobre o melhor sistema de tratamento de lixo urbano, para que os cidadãos possam discutir junto à administração de sua cidade o tratamento adequado do lixo que produzem. Fazer isso tem uma relevância social fundamental, mas pensar em uma educação humanística é ir além até a discussão das condições existenciais humanas.

Uma proposta humanística de educação científica e tecnológica incorporaria ASC em que fosse discutida a condição humana no processo de produção de lixo. Quem produz mais lixo? Por que uns vivem no e do lixo? Por que produzimos uma grande quantidade de lixo? O lixo é uma necessidade humana ou uma necessidade produzida pela sociedade tecnológica atual? O que podemos fazer enquanto cidadãos para que os efeitos do lixo não sejam agravados? Qual o nosso papel social na busca de uma sociedade igualitária em que seres humanos não vivam como animais desprovidos da condição humana, explorados pelos dejetos daqueles que têm acesso ao que são negados a muitos outros. Temos a convicção de que o argumento da relevância social nem sempre remete às discussões a que nos referimos acima, por essa razão preferimos explicitar o argumento humanitário de Paulo Freire, o qual dá o destino correto ao que desejamos.

Dessa forma, entendemos que em uma proposta de educação científica humanística é fundamental que, além da compreensão dos conceitos científicos, haja uma discussão de ASC, que poderia ser desenvolvida por meio de atividades de projetos e debates sobre valores e aspectos ambientais, sociais, políticos e éticos.

Obviamente, essa abordagem de ASC em uma perspectiva humanística envolve a compreensão dos processos científicos. Não ocorre letramento científico somente a partir das discussões de valores. Do mesmo modo, não é suficiente apenas o estudo de processos científicos sem uma compreensão mais ampla dos aspectos sociais a eles relacionados.

Na proposta de educação libertadora de Paulo Freire, a conscientização do indivíduo ocorre por meio do diálogo mediado pelas suas condições de existência. Isso seria feito por meio de “temas geradores”, os quais organizam o conteúdo programático. Como afirmou FREIRE (1987), “será a partir da situação presente, existencial, concreta, refletindo o conjunto de aspirações do povo, que poderemos organizar o conteúdo programático da educação ou da ação política” (p. 86).

De acordo com FREIRE (1987), a importância dos temas está no fato deles permitirem o estabelecimento das relações dos homens com o mundo. Nesse sentido, é fundamental que a temática esteja vinculada às questões próximas à vida do aluno, pois a condição para a educação libertadora é a problematização das questões existenciais do educando. A sua proposta de alfabetização é identificada por uma dinâmica, em que uma das etapas do

processo é constituída pela criação de situações existenciais típicas do grupo com quem se vai trabalhar.

Estas situações funcionam como desafios aos grupos. São situações-problemas, codificadas, guardando em si elementos que serão decodificados pelos grupos, com a colaboração do coordenador. O debate em torno delas irá, como o que se faz com as que nos dão o conceito antropológico de cultura, levando os grupos a se conscientizarem para que concomitantemente se alfabetizem. São situações locais que abrem perspectivas, porém, para análise de problemas nacionais e regionais. Nelas vão se colocando os vocábulos geradores, na gradação já referida, de suas dificuldades fonéticas. (FREIRE, 1967, p. 114).

DELIZOICOV (1982) ressalta que, de acordo com Paulo Freire, o tema gerador apresenta as seguintes características básicas:

- ‘não se encontra nos homens isolados da realidade, nem tampouco na realidade separada dos homens. Só pode ser compreendido nas relações homem-mundo’ [FREIRE, 1987, p. 98].
- através dele pode-se ‘gerar’ um conteúdo programático relacionado diretamente ao contexto de vida do aluno.
- propicia uma reflexão crítica da realidade.
- pode levar a uma intervenção na realidade. (DELIZOICOV, 1982, p. 9).

A introdução de ASC, por meio de temas, como pode ser entendida em uma proposta de ensino de ciências na perspectiva de Paulo Freire, também vem sendo largamente usada em currículos CTS, em que os conteúdos científicos se articulam em torno de temas científicos ou tecnológicos que são potencialmente problemáticos do ponto de vista social (AIKENHEAD, 1994a; BYBEE, 1987; RAMSEY, 1993; RUBBA, 1991). As justificativas apontadas para a introdução desses temas, envolvem argumentos de preparação para a cidadania, para que o aluno participe das decisões sobre ciência e tecnologia (AIKENHEAD, 1994a;

LÓPEZ e CEREZO, 1996; RAMSEY, 1993; SOLOMON, 1988a e 1993b; WAKS, 1990).

RAMSEY (1993) apresenta três critérios para identificar um tema social relativo à ciência: (1) se é de fato um problema de natureza controvertida, ou seja, se existem opiniões diferentes a seu respeito; (2) se o tema tem significado social; e (3) se o tema, em alguma dimensão, é relativo à ciência e a tecnologia.

Vários autores apontam ser fundamental que esses temas sejam vinculados a problemas da vida real dos estudantes para propiciar o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão (EIJKELHOF e LIJNSE, 1992; HELMS, 1998; MURPHY e McCORMICK, 1997; PATRONIS, POTARI e SPILIOTOPOULOU, 1999; PEDRETTI, 1997; RAMSEY, 1993; RUBBA, 1991; SOLOMON, 1988b; ZOLLER, 1982). Ao discutir questões relacionadas a sua vida, os alunos terão oportunidade de confrontar os diferentes valores da própria turma.

RAMSEY (1993) defende que, para um tema propiciar uma discussão que gere um compromisso social, é importante que ele tenha um significado real para o aluno. Ele critica a adoção de temas vinculados ao conteúdo que fazem uma simulação de questões que estão distantes da vida dos estudantes. É a partir da discussão de temas reais e da tentativa de delinear soluções para os mesmos que os alunos podem se envolver de forma significativa e assumir um compromisso social. Isso melhora a compreensão dos ASC. Além disso, é dessa forma que os estudantes aprendem a usar conhecimentos científicos no mundo fora da escola.

Dados da pesquisa de PATRONIS, POTARI e SPILIOTOPOULOU (1999) mostram que estudantes são capazes de desenvolver argumentos e decidir quando encaram uma situação na qual estão realmente envolvidos. SOLOMON (1988b) cita trabalhos que evidenciam que o desenvolvimento do raciocínio moral na educação ambiental depende tanto do conhecimento das pessoas, como do seu interesse e da sua preocupação com o assunto.

MURPHY e McCORMICK (1997), assim como RAMSEY (1993), consideram que o tema, além de ter vinculação com a vida do aluno, deve ser de fato um dilema. Ou seja, deve possibilitar opiniões diferentes na discussão das várias alternativas de solução.

RUBBA (1991) acha que os próprios estudantes deveriam escolher os temas. Ele constatou que os alunos aprendem habilidades para investigar assuntos quando eles as aplicam na discussão do próprio tema. São os temas vinculados à vida dos alunos que possibilitam a prática de habilidades básicas para a tomada de decisão (RUBBA, 1991; RAMSEY, 1993). Essas habilidades são, por exemplo, a realização de pesquisas em bibliotecas, o levantamento de dados e informações confiáveis em agências governamentais ou privadas, a aplicação de questionários e entrevistas para coletar dados da sua comunidade etc.

Já outros autores, como MERRYFIELD (1991), defendem a inclusão no currículo de temas globais. Tais temas são caracterizados por afetar a vida das pessoas em várias partes do mundo e por não serem passíveis de compreensão ou tratamento adequado somente em contextos local ou nacional. MERRYFIELD (1991) apresenta os seguintes exemplos de temas globais: (1) temas ambientais;

(2) saúde e população; (3) questões econômicas; (4) transporte e comunicação; (5) alimentos e fome; (6) energia; e (7) questões militares.

Há divergências quanto à seleção de temas globais ou regionais. Para RAMSEY (1993), a questão central está no grau de problematização social do tema. Para Paulo Freire, como já citamos, os temas geradores devem ter sua origem na situação presente, existencial, concreta dos educandos, refletindo as suas aspirações. Assim, na sua concepção, o tema se origina nas relações dos homens com o mundo.

A sugestão de Freire é que se parta de situações locais para a análise de problemas nacionais e regionais (FREIRE, 1967). Em *Pedagogia da Esperança*, ele esclarece a sua proposta.

Nunca, porém, eu disse que o programa a ser elaborado à base deste universo vocabular deveria ficar absolutamente adstrito à realidade local. [...].

Creio que o fundamental é deixar claro ou ir deixando claro aos educandos esta coisa óbvia: o regional emerge do local tal qual o nacional surge do regional e o continental do nacional como o mundial emerge do continental. (FREIRE, 1992, p. 87).

Os temas CTS são explorados com um caráter multidisciplinar (SOLOMON, 1993b). Os conceitos são sempre abordados em uma perspectiva relacional, de maneira a evidenciar as diferentes dimensões do conhecimento estudado, sobretudo as interações entre ciência, tecnologia e sociedade (RAMSEY, 1993).

Constata-se, então, que os ASC são introduzidos nos currículos CTS, por meio de temas sociais. A função dos temas não é meramente motivadora, mas constitutiva no sentido de materializar no currículo os ASC que constituem

conteúdo do letramento científico e tecnológico e da educação científica humanística.

É essa a concepção que estamos adotando para a função dos ASC no currículo de ciências. Após analisar como os professores têm abordado os ASC na sala de aula, discutiremos nas considerações finais de nossa tese a relação entre a função humanística aqui proposta e o que tem sido feito pelos professores de nossos estudos de caso.

Antes veremos, ainda, como que tem sido proposta a abordagem de ASC nos currículos de ciências. Muitas recomendações curriculares com orientação CTS se aproximam da perspectiva humanística e, nesse sentido, podemos extrair delas sugestões para a abordagem dos ASC, o que será feito no próximo item.

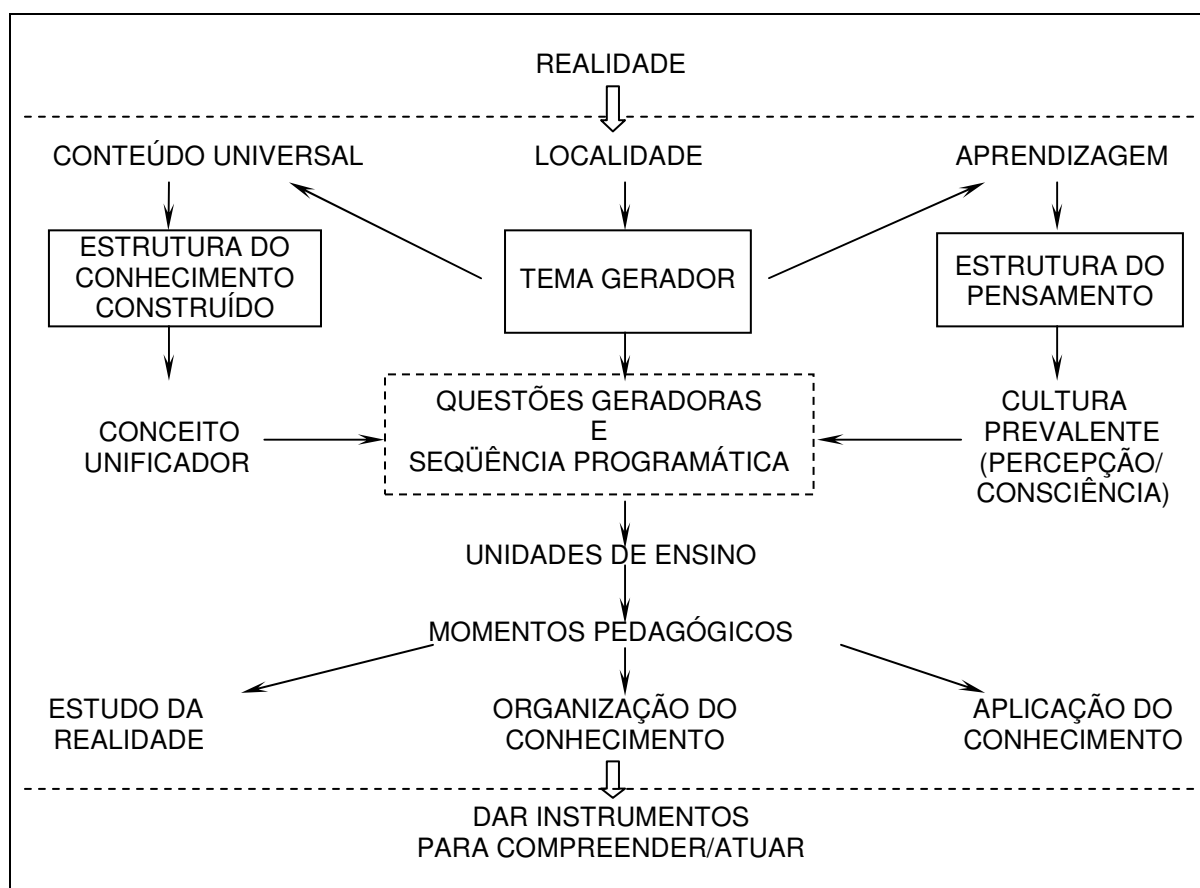
4. Abordagem de ASC

Como vimos no item anterior, a abordagem de ASC tem sido feita por meio de temas sociais. Nesse sentido, no presente item, veremos como os currículos têm sido estruturados em relação à abordagem temática e quais têm sido as estratégias de ensino adotadas na abordagem dos ASC em sala de aula.

Um modelo curricular de ensino de ciências que buscou incorporar a proposta temática de Paulo Freire foi desenvolvido pelo Projeto Ensino de Ciências a partir de Problemas da Comunidade (PERNAMBUCO, DELIZOICOV e ANGOTTI, 1988). Nesse projeto, os autores desenvolveram um programa de

investigação para a obtenção dos temas geradores e para a organização curricular. Segundo DELIZOICOV (1991), em tal programa de investigação, esquematizado na figura 2, o tema gerador remete ao conteúdo científico a ele relacionado (ramo da esquerda), bem como à percepção que os educandos têm dele (ramo da direita). O ramo do conteúdo universal é extraído do conhecimento construído pelas diversas ciências naturais, considerando as especificidades de cada uma.

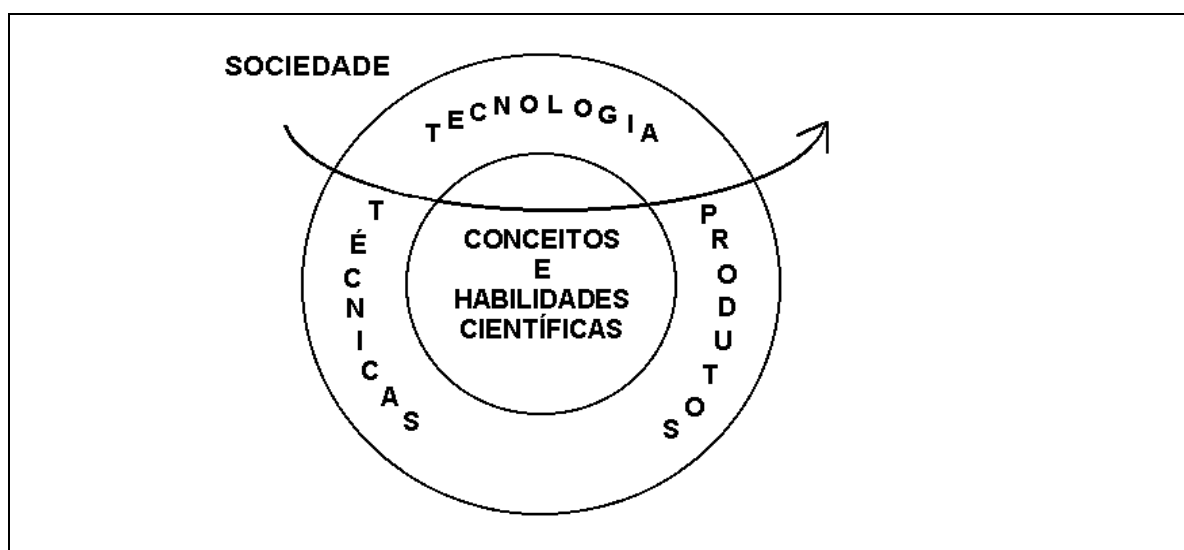
FIGURA 2 - Esquema de programa de investigação de tema gerador³



³ Extraído de DELIZOICOV, 1991, p. 200.

No projeto, os autores propõem a elaboração de questões geradoras, que são formuladas de modo que a busca de suas respostas remeta à compreensão dos fenômenos estudados e aos dados para se gerar a seqüência programática. A proposta busca apoio em teorias de aprendizagem e em modelos de ensino de ciências, porém, há um foco central na proposta de Paulo Freire, apresentando, assim, uma preocupação com os aspectos da cultura local prevalente que compõem uma visão de mundo e que serão referência para as explicações do fenômeno (DELIZOICOV, 1991).

FIGURA 3 - Seqüência de organização de currículos CTS⁴



Pesquisas sobre abordagens mais efetivas de currículos CTS geralmente indicam que os seus materiais de ensino são melhores organizados na seqüência de etapas sugeridas na figura 3 (AIKENHEAD, 1994a). A seta da

⁴ Extraído de AIKENHEAD, 1994a, p. 57 [tradução nossa].

figura indica que a estrutura dos materiais de ensino CTS é seqüenciada pelos passos: (1) introdução de um problema social; (2) análise da tecnologia relacionada ao tema social; (3) estudo do conteúdo científico definido em função do tema social e da tecnologia introduzida; (4) estudo da tecnologia correlata em função do conteúdo apresentado; e (5) discussão da questão social original.

Diversos currículos têm sido elaborados adotando tal seqüência, todavia é importante destacar que nem todas as propostas de ensino que são denominadas CTS estão centradas na perspectiva humanística que discutimos anteriormente. Vários autores têm estabelecido diversas classificações para os cursos CTS, conforme o foco central que o mesmo enfatiza (AIKENHEAD, 1994a; FENSHAM, 1988; GASKELL, 1982; LOWE, 1985; ROSENTHAL, 1989).

A classificação de AIKENHEAD (1994a), por exemplo, apresentada no QUADRO 1, a seguir, baseia-se na prioridade que tem sido atribuída para cada um dos objetivos gerais do currículo e na proporção entre o conteúdo CTS e o conteúdo puro de ciências.

AIKENHEAD (1994a) considera que, embora nenhuma das categorias possa representar o modelo “real” de currículo CTS, as categorias de três a seis são as que representam a visão geralmente citada na literatura.

QUADRO 1 – Classificação de currículos CTS⁵

Categorias	Descrição	Exemplos
1. Conteúdo CTS como elemento de motivação	Ensino tradicional de ciências acrescido da menção ao conteúdo CTS com a função de tornar as aulas mais interessantes.	O que muitos professores fazem para “dourar a pílula” de cursos puramente conceituais.
2. Incorporação eventual do conteúdo CTS ao conteúdo programático	Ensino tradicional de ciências acrescido de pequenos estudos de conteúdo CTS incorporados como apêndices aos tópicos de ciência. O conteúdo CTS não é resultado do uso de temas unificadores.	Science and Technology in Society (SATIS, UK), Consumer Science (EUA), Values in School Science (EUA).
3. Incorporação sistemática do conteúdo CTS ao conteúdo programático	Ensino tradicional de ciências acrescido de uma série de pequenos estudos de conteúdo CTS integrados aos tópicos de ciência, com a função de explorar sistematicamente o conteúdo CTS. Esses conteúdos formam temas unificadores.	Havard Project Physics (EUA), Science and Social Issues (EUA), Nelson Chemistry (Canadá), Interactive Teaching Units for Chemistry (UK), Science, Technology and Society (EUA), Three SATIS 16-19 modules (What is Science? What is Technology? How Does Society decide? – UK).
4. Disciplina científica (Química, Física e Biologia) por meio de conteúdo CTS	Os temas CTS são utilizados para organizar o conteúdo de ciência e a sua sequência, mas a seleção do conteúdo científico ainda é feita a partir de uma disciplina. A lista dos tópicos científicos puros é muito semelhante aquela da categoria 3, embora a sequência possa ser bem diferente.	ChemCon (EUA), os módulos holandeses de física como Light Sources and Ionizing Radiation (PLON, Holanda), Science and Society Teaching units (Canadá), Chemical Education for Public Understanding (EUA), Science Teachers' Association of Victoria Physics Series (Austrália).
5. Ciências por meio do conteúdo CTS	CTS organiza o conteúdo e sua sequência. O conteúdo de ciências é multidisciplinar, sendo ditado pelo conteúdo CTS. A lista de tópicos científicos puros assemelha-se à listagem de tópicos importantes a partir de uma variedade de cursos de ensino tradicional de ciências.	Logical Reasoning in Science and Technology (Canadá), Modular STS (EUA), Global Science (EUA), Dutch Environmental Project (Holanda), Salters' Science Project (UK).
6. Ciências com conteúdo CTS	O conteúdo CTS é o foco do ensino. O conteúdo relevante de ciências enriquece a aprendizagem.	Exploring the Nature of Science (Ing.), Society Environment and Energy Development Studies (SEEDS) modules (EUA), Science and Technology 11 (Canadá).
7. Incorporação das Ciências ao conteúdo CTS	O conteúdo CTS é o foco do currículo. O conteúdo relevante de ciências é mencionado, mas não é ensinado sistematicamente. Pode ser dada ênfase aos princípios gerais da ciência.	SISCON-in-Schools (UK), Modular Courses in Technology (UK), Science A Way of Knowing (Canadá), Science Technology and Society (Austrália), Creative Role Playing Exercises in Science and Technology (EUA), Issues for Today (Canadá), Interactions in Science and Society – vídeos (EUA), Perspectives in Science (Canadá).
8. Conteúdo CTS	Estudo de uma questão tecnológica ou social importante. O conteúdo de ciências é mencionado somente para indicar uma vinculação com as ciências.	Science and Society (UK), Innovations: The Social Consequences of Science and Technology Program (EUA), Preparing for Tomorrow's World (EUA), Values and Biology (EUA).

⁵ Extraído de AIKENHEAD, 1994a, p. 55-56 [tradução nossa].

Um curso classificado na categoria um talvez nem poderia ser considerado como CTS, dado o baixo status atribuído ao conteúdo CTS. Já a categoria oito refere-se a cursos CTS radicais, em que os conteúdos de ciências propriamente ditos praticamente não são abordados. Aikenhead considera que, até a categoria quatro, há uma maior ênfase no ensino conceitual de ciências e a partir da categoria cinco, a ênfase muda para a compreensão dos aspectos das inter-relações CTS.

Com relação às atividades sugeridas para o ensino CTS, elas geralmente centram-se em discussões que envolvem a participação dos alunos. HOFSTEIN, AIKENHEAD e RIQUEARTS (1988) apontam, entre outras, as seguintes atividades utilizadas em CTS: sessões de discussão, solução de problemas, jogos de simulação e desempenho de papéis, fóruns e debates, projetos individuais e de grupo, redação de cartas a autoridades, pesquisa de campo e ação comunitária. AIKENHEAD (1994b) e SOLOMON (1993a) relacionam também, entre outras, as seguintes atividades geralmente adotadas no ensino CTS: simulações, atividades de tomada de decisão, controvérsias e debates. Essas atividades seriam realizadas por meio de trabalhos em pequenos grupos e discussão em sala de aula centrada nos estudantes e poderiam envolver o uso de recursos da mídia e de outras fontes comunitárias. A discussão de vídeos é uma outra estratégia fortemente recomendada. Ela foi adotada no *Projeto DISS (Discussion of Issues in School Science Project)* no qual os alunos discutiam em pequenos grupos ASC a partir da exibição de vídeos (SOLOMON, 1990 e 1992).

Duas características, portanto, sobressaem dos materiais curriculares que incorporam ASC: a abordagem do conteúdo a partir desses aspectos e o desenvolvimento de atividades que envolvam a participação do aluno. Nesse sentido, a abordagem dos ASC contribui, também, para desenvolver a capacidade dos alunos de participar de debates, de emitir opiniões e de negociar visões de mundo diferenciadas na busca da compreensão da realidade que o cerca. Para isso é fundamental que seja instaurado em sala de aula um processo interativo entre professor e aluno. Processo esse que iremos discutir no próximo item, o qual possibilita tanto a compreensão da abordagem de ASC, como o entendimento de parte do ferramental analítico que adotamos na presente investigação.

5. Dialogia e abordagem de ASC

Estratégias de ensino que levem em conta a participação dos alunos, numa perspectiva construtivista, foram recomendadas durante a década de oitenta e início dos anos noventa como forma de alcançar o objetivo de formar o cidadão, conforme relatam DRIVER e LEACH (1993) em artigo publicado em volume especial sobre o movimento CTS. Revisões críticas sobre os pressupostos filosóficos da perspectiva construtivista (DRIVER, ASOKO, LEACH, MORTIMER e SCOTT, 1994; SOLOMON, 1994) apontaram a necessidade de se buscar a ampliação dos referenciais teóricos para a elaboração de propostas para

o ensino de ciências que fossem além de uma visão da aprendizagem das ciências como processo puramente individual.

As contribuições da psicologia sócio-cultural de Vygotsky, bem como estudos sobre o papel da linguagem no ensino-aprendizagem, têm auxiliado a configurar uma nova perspectiva teórica para a pesquisa em ensino de ciências (MORTIMER e MACHADO, 1997, 2000 e 2001; SCOTT, 1998).

Diversos trabalhos empíricos, (MACHADO, 1999, MORTIMER, 1995 e 1999; MORTIMER e MACHADO, 1997, 2000 e 2001; MORTIMER e SCOTT, 2000 e em preparação; ROMANELLI, 1992; SCOTT, 1997 e 1998), que analisam o discurso da sala de aula, têm evidenciado o potencial dessa nova orientação filosófica na pesquisa em ensino de ciências. Tais estudos, situados numa dimensão sócio-interacionista, podem contribuir para a pesquisa de processos de ensino-aprendizagem que incluem a abordagem de ASC, ao fornecer instrumentos teóricos e metodológicos que permitem delimitar o papel das interações discursivas nos processos de significação, refletir sobre o papel do professor no processo de mediação pedagógica e valorizar a voz dos alunos.

Essa nova orientação na pesquisa em ensino de ciências desvia o foco anteriormente centrado no aluno para a análise discursiva que leva em conta o contexto social da sala de aula. Para VYGOTSKY (1987 [1934]), a elaboração conceitual ocorre como prática social imersa nos contextos institucionais. Defendendo a tese de que o ensino precede o desenvolvimento, VYGOTSKY (1987) considera que as funções psicológicas superiores se desenvolvem quando os sujeitos participam de processos sociais. Nesse sentido, a prática social nas

diferentes instituições humanas, não é só lugar das aprendizagens, mas também da gênese das funções psicológicas.

Tais conclusões derivam-se de seus estudos sobre a formação de conceitos. VYGOTSKY (1987) considera que a formação de conceitos é um processo criativo e não um processo mecânico e passivo. Esse processo ocorre por meio da mediação. Para ele, todas as funções psíquicas superiores são processos mediados, e os signos constituem o meio básico para dominá-las e dirigi-las (WERTSCH, 1988).

Assim, segundo VYGOTSKY (1987), a formação dos conceitos depende fundamentalmente das possibilidades que os indivíduos têm (ou não) de, nas suas interações, se apropriarem e objetivarem os conteúdos e formas de organização e de elaboração do conhecimento historicamente desenvolvido. Nesse sentido, para Vygotsky, o ser humano é produzido nas relações sociais, situado histórica e culturalmente, sendo constituído nas relações com os outros. Dessa forma, para a compreensão de alguns aspectos da constituição humana é necessário o entendimento do papel da linguagem, que na concepção de Vygotsky, é produto histórico, objetivado, constitutivo do homem enquanto sujeito da e na linguagem.

O ponto central da perspectiva sócio-cultural de Vygotsky está na proposição de que o funcionamento mental superior no indivíduo deriva da vida social. Segundo ele, as estruturas psicológicas superiores, a exemplo do pensamento conceitual que possibilita o conhecimento científico, se desenvolvem inicialmente entre as pessoas no nível intermental e, posteriormente, é que são internalizadas no nível intramental (VYGOTSKY, 1991). Isso significa que é a

partir da linguagem social e de outros meios semióticos (plano intermental) que se estabelecem novos significados entre os indivíduos. Esse processo de internalização, segundo Vygotsky, ocorre pela mediação do signo, especialmente da palavra, que para ele tem uma função central no processo de mediação, que marca a atividade mental do indivíduo.

O entendimento do papel da expressão semiótica na atividade mental, desenvolvido inicialmente por Vygotsky, foi complementado por Bakhtin. Para Bakhtin, a atividade mental é também uma função da expressão semiótica. Ela é explicitada pelos signos sociais e não pode ser concebida sem levar em conta o contexto social imediato da interlocução a ela relacionada (BAKHTIN, 1992 [1952-1953]).

Segundo Bakhtin, a cognição não depende apenas do indivíduo, mas das condições sociais de produção das interações humanas. Para ele, o significado de uma palavra é totalmente determinado pelo contexto de sua produção, ou seja, o significado da palavra não está nela mesma, como algo já dado. O significado é fruto de um processo construído no contexto das enunciações concretas.

Bakhtin considera que a comunicação verbal se dá por meio de enunciados que formam um elo na cadeia comunicativa. Cada enunciado relaciona-se com os outros que o antecedem e com os que virão posteriormente, refletindo-se mutuamente. Um enunciado, portanto, não pode ser separado dos elos anteriores que o determinam e provocam nele reações-respostas imediatas e uma ressonância dialógica (BAKHTIN, 1992).

Essa ressonância dialógica está relacionada aos enunciados dos outros. Tal é o princípio da dialogia⁶: um enunciado é uma resposta a outras enunciações e dirige-se a enunciações futuras. Na dinâmica da comunicação verbal, os interlocutores incorporam, articulam, contestam e recusam entre si as vozes do contexto da enunciação. “Toda palavra comporta duas faces. Ela é determinada pelo fato de que procede de alguém, como pelo fato de que se dirige para alguém. Ela constitui justamente *o produto da interação do locutor e do ouvinte*” (BAKHTIN, 1986 [1929-1930], p. 113) [grifo do autor].

Esse processo interativo se dá por meio de uma confrontação ideológica, em que o significado do enunciado será extraído do contexto social da enunciação. A aceitabilidade do significado surge em função das condições sociais da enunciação, dos lugares sociais ocupados pelos interlocutores e dos modos como se expressam.

Tal processo ocorre por meio de um diálogo de aproximação entre as vozes do outro e a sua própria. A compreensão do significado da enunciação implica estabelecer um diálogo, em que à palavra do locutor opõe-se uma contrapalavra.

Compreender a enunciação de outrem significa orientar-se em relação a ela, encontrar seu lugar adequado no contexto correspondente. A cada palavra da enunciação que estamos em processo de compreender, fazemos corresponder uma série de palavras nossas, formando uma réplica. Quanto mais numerosas e substanciais forem, mas profunda e real é a nossa compreensão.

⁶ Consideramos que a perspectiva dialógica de Paulo Freire e a dialogia Bakhtiniana não são idênticas e remetem a problemas e preocupações diferentes. Enquanto Paulo Freire focaliza a dialogia como instrumento para problematizar e agir sobre a realidade, Bakhtin a focaliza como instrumento inerente ao processo de significação e, portanto, útil para a compreensão da linguagem em seu funcionamento. Ambos, no entanto, identificam o processo dialógico como sendo constitutivo dos sujeitos e destacam o papel do outro e do contexto institucional nesse processo.

Assim, cada um dos elementos significativos isoláveis de uma enunciação e a enunciação toda são transferidos nas nossas mentes para um outro contexto, ativo e responsivo. [...] A significação não está na palavra nem na alma do falante, assim como também não está na alma do interlocutor. Ela é o efeito da *interação do locutor e do receptor produzido através do material de um determinado complexo sonoro*. (BAKHTIN, 1986, p.131-132) [grifo do autor].

Com tal concepção, Bakhtin desenvolveu a idéia de polifonia, a qual está presente em qualquer enunciação. Ou seja, o significado de uma palavra pode expressar diferentes horizontes conceituais ou culturais, que Bakhtin denominou de diferentes vozes. Na linguagem social, então, ocorre um movimento de vozes, que WERTSCH (1991) denominou pluralidade das vozes.

No processo de apropriação de significado por um indivíduo, a palavra do outro vai se tornando palavra própria ao ser povoada por intenções e expressividade pelo sujeito. Como afirma Bakhtin,

A palavra é em parte de outro. Ela se converte em ‘palavra própria’ unicamente quando o falante a povoa com sua própria intenção, seu próprio sotaque, quando se apropria da palavra, adaptando-a a sua própria intenção semântica e expressiva. Antes desse momento de apropriação, a palavra não existe em uma linguagem neutra e impessoal (afinal, o falante não extrai suas palavras de um dicionário!), mas existe na boca de outras pessoas, em contextos concretos de outras pessoas, servindo as intenções de outras pessoas: é daí que alguém deve tomar uma palavra e fazer dela sua própria palavra. (BAKHTIN, 1981, p. 293-294⁷, citado por WERTSCH, 1991, p. 59) [tradução nossa].

Nesse processo, ocorre um movimento de apropriação da palavra. Inicialmente o falante toma a palavra do outro e a usa, mesmo que não domine completamente o significado com que ela originalmente foi empregada. Em uma

⁷ BAKHTIN, M. M. The dialogic imagination: four essays by M. M. Bakhtin. In: HOLQUIST, M (Ed.). *The dialogic imagination: four essays* by M. M. Bakhtin. Austin, University of Texas Press, 1981.

outra fase ele retoma a palavra, que ecoa o significado original, mas já sendo usada em um novo contexto, com um fim diferente. Em uma etapa posterior essa palavra é incorporada ao universo do falante que passa a empregá-la como palavra própria.

Nessa perspectiva sócio-cultural, a interação discursiva em sala de aula pode ser concebida como uma ação conjunta entre os sujeitos, em que a “voz” do outro marca o discurso em elaboração. Nesse processo, diferentes “vozes”, ou horizontes conceituais estão presentes na sala de aula, os quais poderão ou não ser contemplados no processo interativo, mediado pelo professor.

A compreensão do papel de mediação do professor na visão sócio-cultural tem sido desenvolvida a partir das idéias de dualismo funcional elaboradas pelo semiólogo Lotman.

Segundo MORTIMER e MACHADO (1997), LOTMAN (1988)⁸ distingue duas funções de um texto⁹: a de transmitir significados e a de gerar novos significados.

A primeira função é melhor preenchida quando os códigos do falante e do ouvinte coincidem o mais completamente possível e, conseqüentemente, o texto tem um grau máximo de univocidade. (*ibid.*, p. 34, citado por MORTIMER e MACHADO, 1997, p. 175).

A segunda função do texto é gerar novos significados. Nesse aspecto, um texto deixa de ser um elo passivo, que transporta determinadas informações constantes entre emissor e receptor. Enquanto no primeiro caso, a diferença entre a mensagem emitida e a mensagem recebida de um circuito de informação só pode ocorrer como resultado de um defeito no canal de comunicação e deve ser atribuída às imperfeições técnicas do sistema, no segundo caso, tal diferença é a própria essência da função de um texto como instrumento de pensamento. Aquilo que, do primeiro ponto de vista, é um defeito, do segundo, é uma norma, e vice-versa. (LOTMAN, 1988, citado por MORTIMER e MACHADO, p. 175).

⁸ LOTMAN, Y. M. Text within a text. *Soviet Psychology*, v. 26, n. 3, p. 32-51, 1988.

⁹ A palavra texto é usada por esses autores para definir qualquer produção textual, seja um diálogo, um texto escrito ou falado.

Essas funções foram denominadas por WERTSCH (1991), respectivamente, como função unívoca e função dialógica. Segundo ele, tais funções têm relação com as idéias de Bakhtin sobre a distinção entre discurso de autoridade e discurso internamente persuasivo. O discurso de autoridade tem uma função unívoca, é fixo, fechado, não se modifica quando em contato com novas vozes, ou seja, não gera novos significados. Já o discurso internamente persuasivo, o discurso dialógico, é aberto, permite a interação dialógica, permite a interação de várias vozes e gera novos significados.

MORTIMER (1998) identificou essas funções na análise de episódios de sala de aula de ciências. Como conclusão de seu trabalho, ele indica que alternância das duas funções parece inerente ao discurso desenvolvido na sala de aula. “Enquanto o discurso internamente persuasivo permite considerar explicações alternativas e versões contraditórias por meio da argumentação e justificação, o discurso de autoridade enfatiza o conhecimento compartilhado já construído” (MORTIMER, 1998, p.79). A alternância das duas funções no discurso nas salas de aula caracteriza o que Mortimer chama de um ritmo do discurso nas aulas.

MORTIMER e MACHADO (1997; 2000; 2001) sugerem uma forma de operacionalizar a identificação das funções dialógicas e unívocas em sala de aula por meio da identificação dos tipos de *feedbacks* fornecidos pelo professor quando instaura interações do tipo I-R-F (MEHAN, 1979), onde **I** corresponde a uma iniciação do professor, normalmente por meio de uma pergunta; **R** – a uma resposta do aluno; e **F** – a um *feedback* do professor, que pode ser avaliativo ou elaborativo. O *feedback* avaliativo ocorre quando a função do texto é unívoca e o

objetivo do professor é retomar conceitos já considerados como compartilhados com a turma. O *feedback* elaborativo e as perguntas elicitativas ocorrem na produção de textos dialógicos e têm a função de sustentar a elaboração do aluno, que pode estar expressando um horizonte conceitual diferente do científico-escolar. Essas definições serão retomadas no capítulo 4, quando da análise dos episódios em sala de aula.

As considerações sobre os tipos de interação presentes em sala de aula, relatadas no parágrafo anterior, têm sido expandidas por MORTIMER e SCOTT (em preparação), no sentido de estabelecer uma distinção entre dinâmicas interativas e dialógicas. Nas dinâmicas interativas, professor e alunos podem estar interagindo, os alunos falam, mas seus horizontes conceituais não necessariamente podem estar sendo contemplados. Nesse caso, apesar de interativas, essas dinâmicas não seriam dialógicas. De acordo com Mortimer,

Uma característica importante do dualismo funcional dos textos é que eles podem ser pensados como dialógicos ou unívocos independentemente de serem enunciados individualmente ou interativamente. O que faz um texto ser funcionalmente dialógico é o fato de ele expressar mais de uma “voz”, mais de um horizonte conceitual, e não o fato de ser produzido por um grupo de indivíduos em interação ou por um único indivíduo.

Da mesma forma, um texto produzido na interação com os alunos pode ser unívoco ou não dialógico, na medida em que expressa um único horizonte conceitual. Um exemplo muito comum de “texto” interativo mas não-dialógico, nas salas de aula, são as chamadas seqüências I-R-F em que os *feedbacks* são avaliativos.

Apesar de interativas, essas seqüências I-R-A, quando não são acompanhadas por outras formas de interação, acabam por inibir a participação dos alunos, que passam a responder apenas quando têm certeza que suas respostas são corretas. O horizonte conceitual do aluno, a sua forma de pensar, deixa de ser contemplado quando apenas esse tipo de interação é utilizado (informação verbal¹⁰).

¹⁰ MORTIMER, E. F. Palestra: “Novas metodologias de ensino da química”, 2º EMEQ – Encontro Mineiro de Ensino de Química, Universidade Estadual de Minas Gerais, Fundação Educacional de Patos de Minas, Patos de Minas – MG, setembro, 2001.

Assim como MORTIMER (1998), SCOTT (1998) também enfatiza a importância da alternância nas funções do discurso para desenvolver o pensamento conceitual no plano intramental (MORTIMER e SCOTT, 2000). As intervenções do professor com a função dialógica incentiva os alunos a desenvolverem suas idéias, a explorar e a debater diferentes pontos de vista. Segundo SCOTT (1998),

WERTSCH e TOMA (1991)¹¹ fazem uma relação explícita entre atividade nos planos interpsicológicos e intrapsicológicos, sugerindo que 'os estilos da função interpsicológica empregados na sala de aula serão refletidos na função intrapsicológica subsequente'. Assim se a função dialógica é dominante na sala de aula, então poderia ser esperado que os alunos 'tratarão as falas dos outros e deles como invenção de pensamento. Em vez de os aceitarem como informação a ser recebida, codificada e armazenada, eles tomarão uma posição ativa para questioná-los e ampliá-los, incorporando-os nas suas próprias falas externas e internas. Quando a função unívoca for dominante, pode ser esperado razoavelmente que o caso seja oposto' (WERTSCH e TOMA, *id.*). Esta linha de argumentação segue a Lei Genética Geral de Vygotsky e implica considerar que, para que a aprendizagem significativa aconteça em sala de aula, há a necessidade de se aumentar as oportunidades para os alunos se ocuparem de formas de discurso fundamentados na função dialógica. Quer dizer, tais hábitos de questionamento e de fazer ligações explícitas entre idéias ensaiadas no plano social, poderiam então formar a base de pensamento ativo, analítico e individual (SCOTT, 1998, p. 64) [tradução nossa].

Nesse sentido, a função dialógica dos textos pode ter um papel importante nas aulas de ciências que têm por objetivo ajudar o aluno a discutir ASC. Entendemos que a introdução desses aspectos, em um contexto escolar mediado pelo professor, poderá ser o resultado de um processo dialógico de interação de múltiplas vozes. É pela mediação das ferramentas culturais, das

¹¹ WERTSCH, J. V. e TOMA, C. Discourse e learning in the classroom: a sociocultural approach. Presentation made at the University of Georgia Visiting Lecturer Series on *Constructivism in Science Education*, 1991, citado por SCOTT (1998).

diferentes vozes materializadas nos gêneros de discurso e na linguagem social em circulação na sala de aula, que os estudantes atribuirão novos significados aos seus problemas cotidianos, vinculados às questões científicas e tecnológicas.

Dessa forma, a dialogia pode auxiliar os alunos a ampliar seus horizontes na discussão de ASC, pois, como considera BAKHTIN (1986), a experiência verbal individual toma forma e evolui sob o efeito da interação contínua e permanente com os enunciados individuais do outro em um processo de assimilação, mais ou menos criativo, das palavras do outro.

Esse processo dialógico é estabelecido nas interações discursivas de sala de aula. Assim, uma condição básica para a sua instauração está no desenvolvimento de estratégias pelos professores que aumentem a interatividade em suas aulas. Isso poderia ser alcançado em um ensino voltado para a cidadania, por meio de discussões de ASC, em que as visões de mundo dos alunos sobre tais aspectos fossem contempladas. E nesse aspecto, a investigação desenvolvida no presente trabalho busca compreender a relação entre a abordagem de ASC e a instauração de um processo dialógico em sala de aula.

Nesse sentido, procuramos, nos nossos estudos de caso, identificar episódios que possibilitassem a análise das interações estabelecidas quando da abordagem de ASC, visando compreender o papel desses aspectos nas interações discursivas nas aulas de química.

A abordagem dos ASC nos nossos estudos de caso esteve diretamente relacionada ao livro *Química na Sociedade*, o qual apresenta questões para discussão de ASC, que se constituíram em um dos objetos de

nossa análise. Para melhor compreensão do processo analítico desenvolvido, apresentamos a seguir uma discussão sobre as concepções presentes no referido livro didático.

2. O LIVRO QUÍMICA NA SOCIEDADE

Ensinar a aprender só é válido, quando os educandos aprendem a aprender ao aprender a razão de ser do objeto ou do conteúdo. É ensinando biologia ou outra disciplina qualquer que o professor ensina os alunos a aprender.

Paulo Freire (Pedagogia da Esperança).

Todos os quatro professores de nosso estudo de caso abordaram aspectos sócio-científicos (ASC) usando textos do livro *Química na Sociedade*. Na análise apresentada no capítulo quatro, do primeiro estudo de caso, esse livro foi usado como guia curricular, orientando o planejamento e as estratégias didáticas utilizadas pela professora. No capítulo, onde são apresentados os outros três casos, também há várias menções ao uso do livro *Química na Sociedade*, seja como livro didático ou como material de suporte ao trabalho do professor. Para melhor compreensão da análise desenvolvida desses casos, apresentamos no presente capítulo considerações sobre as concepções expressas nesse livro didático, no que diz respeito à sua organização temática e à sua abordagem de ASC. Para isso, iniciaremos apresentando o contexto de produção do livro *Química na Sociedade* e, após discutir as suas concepções e as estratégias de organização e abordagem dos ASC, discutiremos algumas de suas características que serão relevantes para a compreensão da investigação.

1. Contexto de produção do livro didático

O livro *Química na Sociedade* foi elaborado a partir do projeto de Ensino de Química em Contexto Social, PEQS, que teve sua origem ao final do segundo semestre de 1996, como um desdobramento do curso de aperfeiçoamento para professores de Química: *O Ensino de Química na perspectiva do PAS*, ministrado pelos atuais coordenadores do grupo, um dos quais é o autor da presente tese.

O curso ministrado relacionava-se ao PAS, Programa de Avaliação Seriada para o ingresso na Universidade de Brasília. Esse programa foi implantado em 1996 e a sua elaboração envolveu a participação de professores do ensino médio. A proposta de conteúdo programático elaborado pelo Comitê de Química do PAS estabeleceu princípios de organização curricular diferentes daqueles que geralmente são adotados pelos livros didáticos de química comercializados em larga escala. Isso gerou uma problemática no processo de mudança curricular, pois a maioria dos professores não estava preparada para aplicar os princípios da nova proposta e não dispunha de livro didático adequado aos pressupostos estabelecidos.

Foi na perspectiva de equacionar esse problema que o curso de aperfeiçoamento de professores foi ministrado em 1996. Os professores que fizeram o curso atuavam em escolas públicas do DF e, na sua maioria, constituíam um grupo profissional aparentemente muito comprometido com a melhoria do ensino de química, tendo inclusive participado também do processo de discussão da implantação do programa PAS.

No encerramento do curso, foi proposta aos professores a continuidade dos encontros, visando a constituição de grupo de trabalho com o objetivo de elaborar um livro didático que se adequasse ao novo conteúdo programático do PAS. O conteúdo da reforma curricular, induzida pelo programa PAS, propiciou um argumento importante para convencer os professores a engajarem-se na produção do livro didático e, conseqüentemente, aprofundarem o processo de formação continuada que já vinham vivenciando.

Os trabalhos se desenvolveram ao longo do ano de 1997, com encontros semanais. Em geral, os professores trabalhavam em dupla na produção de textos, cujas idéias básicas tinham sido discutidas nas reuniões. Boa parte do livro foi aplicada por alguns professores durante o processo de produção do material, os quais apresentavam sugestões para melhorar o texto. No final do ano, as três primeiras unidades foram revisadas e, em fevereiro de 1998, publicadas pela Editora UnB em uma primeira edição experimental, identificada como módulo um. A brochura foi impressa em pouco tempo, com um projeto gráfico preto-e-branco, cuja arte se restringiu à produção de algumas ilustrações, reproduzindo as imagens que haviam sido copiadas pelos autores com baixa resolução. Em julho de 1998, foi publicado o módulo dois com as três últimas unidades referentes ao conteúdo da primeira série. Esse módulo foi finalizado e encaminhado à editora, antes que tivessem sido concluídas as revisões em andamento.

Essa primeira edição do livro, em dois módulos, foi adotada nas escolas em que trabalhavam os professores-autores e por outros professores que

tomaram conhecimento do livro, por intermédio do grupo PEQS, que realizou por conta própria o trabalho de divulgação e de venda do livro.

Ao final daquele ano, foi ministrado, com apoio da Universidade de Brasília, um curso de extensão de vinte horas sobre a fundamentação teórica do livro. No primeiro semestre do ano seguinte, foi ministrado um outro curso com carga horária de quarenta horas.

A divulgação do livro pelos professores do grupo ampliou o número de escolas a adotar o livro no ano de 1999. Esse foi o ano em que realizamos os nossos estudos de caso. Naquela época estava em editoração a segunda edição revisada e ampliada daquele livro, destinada à primeira série. Os professores que adotaram o livro naquele ano receberam cópia da segunda edição em editoração, mas o livro usado pelos alunos foi a primeira edição experimental. Iremos discutir, portanto, as concepções e organização curricular dessa primeira edição.

2. Concepções, organização e abordagem de ASC

No curso que deu origem ao projeto PEQS foram discutidas concepções de currículos CTS e do ensino de química para a formação da cidadania. A partir dessas concepções foi sugerida ao grupo a proposta de estruturação curricular do livro *Química na Sociedade* por meio de temas sociais. Isso estava também recomendado nas orientações do conteúdo programático de química do PAS, que se constituíam o referencial curricular do livro.

As concepções de ensino para a cidadania orientaram assim a organização curricular do livro, como pode ser observado nos textos introdutórios do módulo um. Na seção de *Apresentação ao Professor*, afirma-se:

... Pretende-se com ele [o livro] preparar o aluno para o exercício consciente da cidadania, por meio do conhecimento de conceitos químicos básicos e das implicações sociais da química.

Formar o cidadão não significa apenas ensinar conceitos ou ilustrar a química do cotidiano com fotos e com comentários de processos químicos envolvidos. Hoje existe uma compreensão mundial de que o cidadão precisa, sobretudo, compreender conceitos e desenvolver a capacidade de tomar decisões. Para isso, é necessário que haja uma contextualização do conteúdo químico, para que o aluno entenda as múltiplas inter-relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade e aprenda a tomar decisões analisando os custos e os benefícios das mesmas.

Nesse sentido, a química na sociedade é abordada aqui por meio de temas sociais que contextualizam o conteúdo de cada unidade programática. Entendemos que é fundamental que tais temas sejam explorados pelos professores por meio de debates, visitas, palestras e pesquisas bibliográficas ou de campo. (MÓL e SANTOS *et al.*, 1998a, p. 7).

Também na seção *Apresentação ao Aluno*, menciona-se:

O presente livro foi elaborado por professores com experiência no ensino médio e que têm uma preocupação de fazer do ensino de química uma tarefa agradável, menos maçante, mais atraente e fácil. Para isso, o grupo inspirou-se em metodologias que privilegiam a participação do aluno, buscando uma linguagem fácil e a utilização de modelos que facilitem a aprendizagem da química.

Para que todos esses objetivos sejam alcançados é fundamental a sua participação e o seu interesse. Logo na primeira unidade, você perceberá que a química que abordaremos está presente em sua vida e que a estudar não se resume em memorizar fórmulas e estruturas complexas. Explorando, na segunda unidade, o tema lixo, tão presente em nosso dia-a-dia, você aprenderá os conceitos fundamentais da química e verá o tanto que podemos fazer para minorar os problemas ambientais. Na terceira unidade, você começará a usar modelos para compreender os fenômenos que nos cercam e, assim, terá a oportunidade de conhecer muito sobre os metais, importante fonte dos materiais de nosso cotidiano. Com essas unidades, você não só aprenderá os conceitos químicos como discutirá problemas econômicos, sociais, ambientais e éticos.

Dessa forma, você verá como a química é importante, como tem contribuído para a melhora da qualidade de vida e como o seu uso

indevido tem prejudicado o meio ambiente. Esse ensino será mais significativo e relevante para a sua vida. Para a efetivação desse aprendizado, contamos com a sua colaboração e o seu empenho no sentido de participar das aulas, responder às questões propostas e realizar todas as atividades. Consideramos fundamental que você responda a todas as questões que estão inseridas no texto antes de concluir a leitura, para que assim possa efetivar a aprendizagem. Pouco significativa se torna uma aprendizagem em que o aluno recebe tudo pronto e não é instigado a pensar e a raciocinar. O que queremos formar são cidadãos que possam pensar e criar e não seres submissos que aceitam tudo sem questionar. (MÓL e SANTOS *et al.*, 1998a, p. 9).

A partir desses textos, podemos perceber algumas intenções dos autores quanto às concepções subjacentes à proposta didática apresentada: a introdução das inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade; o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão e a proposição de atividades que envolvam a participação dos alunos. Essas intenções refletem concepções dos currículos CTS, discutidas no capítulo anterior.

Ao iniciar a apresentação ao aluno, os autores explicitam que “o presente livro foi elaborado por professores com experiência no ensino médio e que têm uma preocupação de fazer do ensino de química uma tarefa agradável, menos maçante, mais atraente e fácil”. Percebe-se, assim, que está presente no livro a concepção de que a introdução de temas sociais tem a função de motivar os alunos para estudar química.

Os temas sociais abordados no livro foram selecionados em função de sua relação com os conteúdos do PAS. Isso limitou as possibilidades de desenho curricular e dificultou a elaboração do livro. A abordagem temática é multidisciplinar e requer a exploração de uma diversidade de conceitos que muitas vezes não estavam relacionados ao conteúdo programático do PAS. Além

disso, nem sempre o tema selecionado no livro estava diretamente vinculado a todo o conteúdo da unidade daquele referido programa.

Nesse sentido, a abordagem temática do livro em algumas unidades ficou artificializada. De forma geral, percebe-se também que os temas do livro não são ampla e profundamente explorados como ocorrem em livros clássicos de CTS, como os ilustrados nas categorias três a seis da classificação de Aikenhead (*vide* QUADRO 1 do capítulo 1). Há evidências, no entanto, de uma tentativa de aproximação de organização daquela de currículos CTS ilustrada na figura 3 do capítulo anterior. Como pode ser percebido na análise que faremos a seguir.

A abordagem de todos os temas sociais do livro é desenvolvida por meio de textos que buscam estabelecer relações com o conteúdo químico. Todas as unidades do livro iniciam com um texto gerador que introduz um tema socialmente relevante, problematizando-o e estabelecendo relações com conceitos químicos que são explorados na unidade (*vide* anexos 2.2 e 2.5). Em seguida a esses textos, os conceitos químicos do programa são introduzidos, buscando-se estabelecer relações com o tema da unidade, que é retomado em outros textos, que apontam a necessidade de estudo de novos conceitos. A abordagem temática, geralmente, prossegue em um modelo curricular em forma de espiral que permite que o tema seja explorado em diversos momentos. Ao final da unidade, são introduzidas questões que solicitam ao aluno debater diferentes pontos de vista, explorando vários ASC relacionados ao tema.

Essa organização curricular nos parece que está bem desenvolvida na unidade dois do módulo um. Nas demais unidades programáticas do livro, a abordagem temática se aproxima bastante da estrutura apresentada acima, sem,

contudo incorporá-la plenamente. A unidade dois inicia com o texto “Lixo: material que se joga fora?”, que introduz a problemática do lixo urbano. Ao final do texto, há menção ao conteúdo que vai ser estudado:

Como estamos vendo, existem vários sistemas de tratamento do lixo urbano. Cada um deles apresenta vantagens e desvantagens. Para compreendermos melhor os problemas relativos ao lixo urbano é fundamental que tenhamos conhecimento sobre os diferentes sistemas de tratamento de lixo, bem como sobre as transformações que este sofre.

Nesta unidade estudaremos conceitos químicos relacionados à caracterização das substâncias e suas transformações. Esse estudo permitirá compreender melhor não só a problemática do lixo, mas uma série de outros fenômenos do dia-a-dia. Esperamos, assim, que você aprenda conceitos básicos da química e compreenda um importante problema social como o lixo. (MÓL e SANTOS *et al.*, 1998a, p. 28).

Após esse texto, o conceito de transformação química é desenvolvido a partir de atividades experimentais e do estabelecimento de relações com as transformações dos materiais que ocorrem no lixo.

A todo instante estão ocorrendo transformações a nossa volta. Como já comentamos, no lixo que descartamos diariamente existem materiais que irão sofrer modificações. Os objetos metálicos enferrujam (oxidam), os restos de alimentos decompõem-se, os vidros e os plásticos, após tratamento industrial, são reutilizados. Muitas dessas transformações são reações químicas e outras não. Nas transformações, como o prensamento de latas em grandes fardos para revenda a indústrias metalúrgicas, não há formação de novos materiais, pois as latas prensadas são constituídas dos mesmos metais das latas não-prensadas. Essas transformações são denominadas transformações físicas, pois não mudam a natureza dos materiais. Já as transformações em que há formação de novos materiais são denominadas transformações químicas. Os gases, os líquidos e os sólidos resultantes da putrefação dos alimentos são materiais diferentes dos que constituem os alimentos. (*ibid.*, p. 32).

A seguir são feitas discussões em torno do conceito de transformação química. Mais adiante é introduzido o texto “Reciclar: alternativa para o destino do lixo?”. Esse texto avança na busca de alternativa para a problemática para o lixo,

ao mesmo tempo em que introduz o estudo de propriedades dos materiais que vem a seguir.

O reaproveitamento do lixo constitui uma grande economia de energia, porque para a obtenção de novos materiais haverá consumo de grande quantidade de energia. Além disso, a reciclagem constitui em fonte de matéria-prima para obtenção de diversos materiais. A reciclagem, portanto, é uma poderosa fonte de novos materiais, de economia e até de produção de energia.

Uma das primeiras etapas na reutilização dos materiais encontrados no lixo é a separação dos resíduos que não têm interesse econômico. Essa separação depende das propriedades químicas e físicas dos materiais. A seguir vamos estudar as propriedades dos materiais e os métodos de separação de misturas utilizados nos processos de tratamento do lixo. Para isso, inicialmente, estudaremos como diferenciar os materiais pelas suas propriedades. (MÓL e SANTOS *et al.*, 1998a, p. 36).

A unidade continua com o estudo das propriedades dos materiais, por meio de diversos experimentos. Em seguida, conceitua-se substância a partir de suas propriedades. Nesse ponto, retoma-se ao tema lixo, citando-se aplicações relativas aos conceitos estudados.

No lixo, encontramos várias substâncias, muitas das quais possuem ação poluente ao ambiente, enquanto outras podem ser reaproveitadas de alguma forma. A identificação dessas substâncias presentes no lixo torna-se essencial para a compreensão de sua ação no meio ambiente. Análises químicas feitas em amostras de adubo orgânico produzido em usinas de compostagem de lixo detectaram a presença elevada de metais pesados, os quais podem contaminar as plantações, e, conseqüentemente, as pessoas, que se alimentam das verduras adubadas por esses compostos.

Por esse motivo, o trabalho de tratamento do lixo demanda o isolamento de substâncias que são potencialmente tóxicas. Há quem defenda que as pilhas de rádio, por exemplo, não devessem ser descartadas no lixo, pois as mesmas contaminam tanto os aterros sanitários como os subprodutos extraídos das usinas de tratamento. Uma possível solução talvez fosse a devolução pelo consumidor da pilha usada para as indústrias que reciclariam os materiais. Assim, muitos outros materiais deveriam ser convenientemente isolados do lixo doméstico e destinados a locais apropriados, como frascos de aerossóis e lâmpadas fluorescentes, materiais esses que possuem resíduos de metais pesados. A tabela 2.16, a seguir, apresenta dados sobre os resíduos domésticos poluentes.

Tabela 2.16 – Resíduos domiciliares potencialmente perigosos

Tipo	Produtos
Material para pintura	• tinta • solventes • pigmentos • vernizes
Produtos para jardinagem e animais	• pesticidas • inseticidas • repelentes • herbicidas
Produtos para motores	• óleos lubrificantes • fluidos de freio e transmissão • baterias
Outros itens	• pilhas • frascos de aerossóis em geral • lâmpadas fluorescentes

(MÓL e SANTOS *et al.*, 1998a, p. 50-51).

O tópico seguinte, “Classificando os materiais”, apresenta inicialmente a classificação do lixo (seco, orgânico, inerte, domiciliar, hospitalar etc.) para depois apresentar a classificação dos materiais quanto ao aspecto (homogêneo, heterogêneo, agregado, colóide). A seguir, retorna-se ao tema lixo, com o texto “Tratamento do lixo”. Esse texto fornece informações sobre as possíveis formas de tratamento do lixo urbano, ao mesmo tempo em que introduz os processos de separação de misturas. Um outro texto aborda o tratamento de esgoto. Após esse texto, são abordados os métodos usados na química para separar os materiais.

Ao longo da unidade, são apresentados todos os conteúdos estabelecidos no programa PAS. Um deles é sobre a classificação das reações químicas em endotérmicas e exotérmicas. Nessa parte é mencionada a importância das reações químicas para a obtenção de energia e, como exemplo, é apresentada uma foto de biodigestor usado na estação de tratamento de esgoto de Brasília.

Ao final da unidade, o tema lixo é retomado com o texto “Discutindo possíveis soluções para o problema do lixo”. Nesse texto, é introduzida a necessidade de desenvolver ações ambientais, como a de reduzir ao máximo o lixo produzido, de reutilizar tudo que for possível e de facilitar a reciclagem dos materiais. Ao final, é proposta uma série de atividades em que são discutidos os ASC. Algumas delas envolvem o desenvolvimento de atitudes e valores, como as ilustradas abaixo.

4. Qual a finalidade do uso de descartáveis?
5. Elabore uma lista de vantagens e desvantagens do uso de descartáveis.
6. Relacione o maior número possível de materiais que estão sendo usados como descartáveis e monte uma tabela relacionando o material, a finalidade de seu uso e possíveis alternativas para substituição desse material por outros não-descartáveis, ou medidas para diminuir o seu consumo.
7. Faça uma entrevista com diversas pessoas e levante seus hábitos de consumo, bem como suas sugestões de como diminuir a quantidade de lixo produzida. (MÓL e SANTOS *et al.*, 1998a, p. 76).

Em alguns exercícios, são estabelecidas relações entre os conceitos e o tema estudado. Tais relações não são orgânicas. Os exercícios apenas exemplificam alguma aplicação da química, sem que de fato o conhecimento temático seja necessário para a solução do exercício, como pode ser observado no exemplo a seguir.

9. Considerando que a densidade do lixo recolhido no Distrito Federal no ano de 1996 foi em média igual a 0,7 toneladas por metro cúbico ($0,7 \text{ ton/m}^3$ ou $0,7 \text{ g/cm}^3$) e que a coleta diária média foi de 1.685 toneladas, calcule o volume de lixo coletado no DF diariamente nessa época. (*ibid.*, p. 41).

Nesse exemplo, o uso do lixo como contexto do problema permite ao aluno perceber uma possível aplicação do conceito de densidade. Contudo, a

habilidade necessária para resolvê-lo é apenas o cálculo da densidade a partir da massa e do volume.

Os aspectos ambientais estão presentes na maioria dos textos temáticos do livro, como ilustram os trechos a seguir.

Um dos problemas do lixo está na sua elevada produção. Uma possível alternativa para esse problema seria o uso racional dos bens de consumo, de forma a reduzir a produção de resíduos sólidos. Nesse sentido, é fundamental que haja uma mudança de hábito de consumo da população para diminuir a quantidade de lixo produzida e, conseqüentemente, os seus efeitos ambientais. (MÓL e SANTOS *et al.*, 1998a, p. 73).

No Brasil, a contaminação por mercúrio tem causado muita preocupação. O mercúrio é muito utilizado pelos garimpeiros para purificação do ouro. Este se mistura com o ouro, formando uma solução, ou seja, uma mistura homogênea, chamada de amálgama. Adicionando-se mercúrio à lama que contém ouro, o mercúrio dissolverá o ouro, separando-o facilmente da lama. O amálgama é posteriormente aquecido com um maçarico até a completa evaporação do mercúrio: restará somente o ouro.

Os vapores de mercúrio contaminam os garimpeiros. O excesso de mercúrio utilizado vai para o rio junto com a lama e contamina peixes e plantas. Os peixes contaminam as populações que os consomem. (*ibid.*, p. 105).

Os aspectos políticos, econômicos, éticos, sociais e culturais são explorados com menor freqüência e muitas vezes são introduzidos mais pelas “questões para discussão” que estão ao final de todos os textos, do que propriamente pelos textos temáticos.

As “questões para discussão” referem-se, na primeira edição do livro *Química na Sociedade*, a todos os exercícios do livro, até mesmo os que envolvem cálculos matemáticos. A intenção dos autores era estimular a realizações de debates em sala de aula, o que está expresso nas apresentações ao professor e ao aluno. No entanto, as “questões para discussão” que estão

presentes ao final de todos os textos temáticos têm, também, a função de ampliar a discussão de ASC relacionados ao tema abordado no texto.

Dessa forma, as “questões para discussão” que vem a seguir dos textos temáticos introduzem ASC e exploram a compreensão do texto, revendo conceitos apresentados e estabelecendo relação do tema com conceitos químicos abordados anteriormente. A análise dessas questões evidencia que apenas algumas buscam relacionar o tema ao conteúdo. Predominam as questões com função de rever conceitos do texto e de introduzir ASC. A seguir apresentamos exemplos de “questões para discussão” que buscam explorar conceitos químicos apresentados no texto temático e conceitos químicos já abordados. Mais adiante vamos fornecer exemplos de questões que exploram ASC.

5. Que critério é utilizado para separar os materiais ao passar pelos separadores eletromagnéticos? (tema: “Tratamento do lixo”, MÓL e SANTOS *et al.*, 1998a, p. 58).

13. Analise as informações sobre os materiais que podem ser reciclados contidas na tabela 2.1 e identifique todos os exemplos encontrados no quadro referente:

ao materiais não-purificados;

às substâncias, classificando-as em simples e composta;

aos processos físicos e às transformações químicas;

aos processos de separação de mistura (tema: “Discutindo possíveis soluções para o problema do lixo”, *ibid.*, p. 77).

3. Em geral, os minerais são substâncias simples ou compostas? (tema: “Estudando a natureza dos metais e a de seus materiais”, *ibid.*, p. 103).

1. O ar é uma substância ou uma mistura?

2. Normalmente as pessoas utilizam o termo ar como sinônimo de oxigênio. Qual o erro ao utilizar tal conceito?

3. O que significa o símbolo Ar na tabela 1? (tema: “Atmosfera terrestre”, *ibid.*, p. 61).

Note que todos os conteúdos que foram abordados nessas questões poderiam tê-lo sido sem referência ao tema. Isso reforça comentário anterior de

que, nos exercícios e questões do livro *Química na Sociedade*, não há vinculações orgânicas entre temas e conteúdo.

Ao analisar a abordagem de ASC no livro, constatamos que o conteúdo de muitos desses aspectos não é introduzido no corpo do livro, mas apenas proposto para que o professor o discuta nas “questões para discussão”. Nesse sentido, muitas vezes os autores do livro apontam os aspectos que poderiam ser explorados, mas deixam a cargo do professor o fechamento das idéias sobre o assunto. Por exemplo, questões econômicas e sociais são introduzidas nas “questões para discussão” citadas abaixo, sem terem sido abordadas nos textos.

1. Por que a produção *per capita* de lixo é maior na sociedade moderna do que nas antigas civilizações? (MÓL e SANTOS *et al.*, 1998a, p. 76).

19. Discuta a afirmação: “O lixo é produto da sociedade industrializada e precisa ser solucionado pela mesma”. (*ibid.*, p. 77).

13. A matéria-prima para as indústrias, em geral, é muito mais barata do que o produto industrializado, apesar de muitas vezes essa matéria-prima ser um recurso não-renovável. Isso significa que ao produto final se agrega um valor, que o torna mais caro, não só pelo custo de produção, mas pelo valor agregado. Uma tonelada de minério de ferro custa em torno de dez a vinte vezes menos do que uma tonelada de aço. Com base nessas informações, discuta o(s) motivo(s) de:

- países estrangeiros terem interesse em comprar minérios do Brasil;
- alguns defenderem o investimento de capital estrangeiro no país para aumentar a injeção de recursos em ciência e tecnologia na produção siderúrgica.

14. Os problemas sociais, econômicos e ambientais relacionados à produção de metais são de responsabilidade dos químicos, dos empresários, dos economistas, dos políticos ou da sociedade? Discuta de quem é essa responsabilidade. (*ibid.*, p. 107).

O aspecto ético está presente no texto “Química e sociedade: a química deve ser vista como vilã?” da primeira unidade, como pode ser observado na citação a seguir. Esse aspecto está presente também em outras “questões para discussão”.

É ético clonar células humanas e produzir cópias de pessoas?
A questão ética é fundamental para que possamos construir um novo modelo de sociedade. Nesse sentido, precisamos desenvolver valores éticos que estejam fundamentados no princípio do respeito à vida e na igualdade. É por meio desses valores que se pode garantir os direitos fundamentais do Homem. Porém, para que tais direitos sejam alcançados, é preciso que haja deveres correspondentes. O dever essencial é que todos precisam assumir a responsabilidade social – do compromisso comunitário de cooperação e co-responsabilidade. É pelo exercício desse dever que nos tornamos cidadãos participativos. (MÓL e SANTOS *et al.*, 1998a, p. 21-22).

Observa-se aí que o livro levanta a importância da consideração do aspecto ético, mas também não discute o seu significado e nem aponta ao aluno diferentes posições a respeito da questão proposta.

No tocante à capacidade de tomada de decisão, apesar de as apresentações ao aluno e ao professor apontarem para esse objetivo, ele não é enfatizado ao longo do livro. Poucas questões envolvem uma tomada de decisão e não existem textos específicos que discutam como se desenvolve o processo decisório. Uma tentativa de materialização desse objetivo foi ensaiada com a proposição das duas atividades abaixo.

10. Na tomada de decisão sobre o uso de um material, ordene a escala de valores abaixo que deve ser usada no processo de seleção do material.

- bem estar • prazer
- saúde • segurança
- preservação do meio ambiente

11. Faça uma opção entre o uso dos materiais abaixo, indicando os fatores que contribuíram para a sua decisão.

- seringa descartável e seringa de vidro
- copo descartável e copo de vidro
- bloco de papel novo para recado e papel rascunho com verso já usado
- embalagem com papel reciclado e embalagem com papel especial
- chupeta com plástico reciclado fora dos padrões técnicos e chupeta com material sem ser reciclado dentro dos padrões exigidos
- sanduíche de *fast food* que usa grande quantidade de descartáveis ou sanduíche menos saboroso que usa menos descartáveis. (*ibid.*, p. 76).

Uma outra concepção presente no livro é explorar as idéias prévias dos alunos antes de introduzir os assuntos. Nesse sentido, nos textos freqüentemente são inseridas questões, com uma chamada: “responda antes de prosseguir”. Essas chamadas podem ser visualizadas nos anexos 2.2 a 2.4. As idéias prévias que essas questões buscam explorar podem estar relacionadas tanto aos conceitos químicos quanto aos ASC.

De forma geral, essas são as principais estratégias encontradas no livro em que ASC foram introduzidos. Deve-se destacar, no entanto, que a organização geral do livro não segue exatamente a mesma estrutura ilustrada por meio dos textos da unidade dois. Por exemplo, enquanto essa unidade foi desenvolvida, estabelecendo vínculos diretos com o conteúdo químico, a unidade três foi desenvolvida sem uma co-relação mais estreita entre o tema e o conteúdo químico.

A unidade três “Metais – um estudo da natureza corpuscular da matéria” é introduzida pelo texto “Metais: materiais do nosso dia-a-dia”. Esse texto comenta sobre a larga utilização dos metais em nossa sociedade e sobre o uso de metais na Pré-história, relaciona o uso dos metais com suas propriedades e conclui que, para o entendimento dessas propriedades, é necessário o conhecimento da natureza da matéria, estudo que se inicia naquela unidade.

Para compreendermos as propriedades dos metais e os cuidados sobre a sua utilização, torna-se fundamental conhecermos a sua natureza, ou seja, a sua constituição. Assim, iniciaremos esta unidade estudando modelos que foram desenvolvidos e que procuram explicar a constituição da matéria (MÓL e SANTOS *et al.*, 1998a, p. 79-80).

A seguir são propostas duas atividades com o objetivo de demonstrar ao aluno o significado do uso de modelos. Após isso, vem o texto “Como surgiram os modelos explicativos da matéria”, que trata das primeiras idéias de constituição da matéria dos gregos e da teoria do flogístico. O conteúdo continua com o estudo das reações químicas que, na edição experimental do livro, apresentava as leis das reações como suporte para o desenvolvimento da teoria atômica de Dalton, seguindo a orientação curricular estabelecida pelo programa PAS. Na seqüência é apresentada a teoria atômica de Dalton. Esse conjunto de textos é desenvolvido sem estabelecer nenhuma relação com o tema metal, diferentemente do ocorrido com a unidade dois em que a introdução dos conceitos é feita com remissão ao tema.

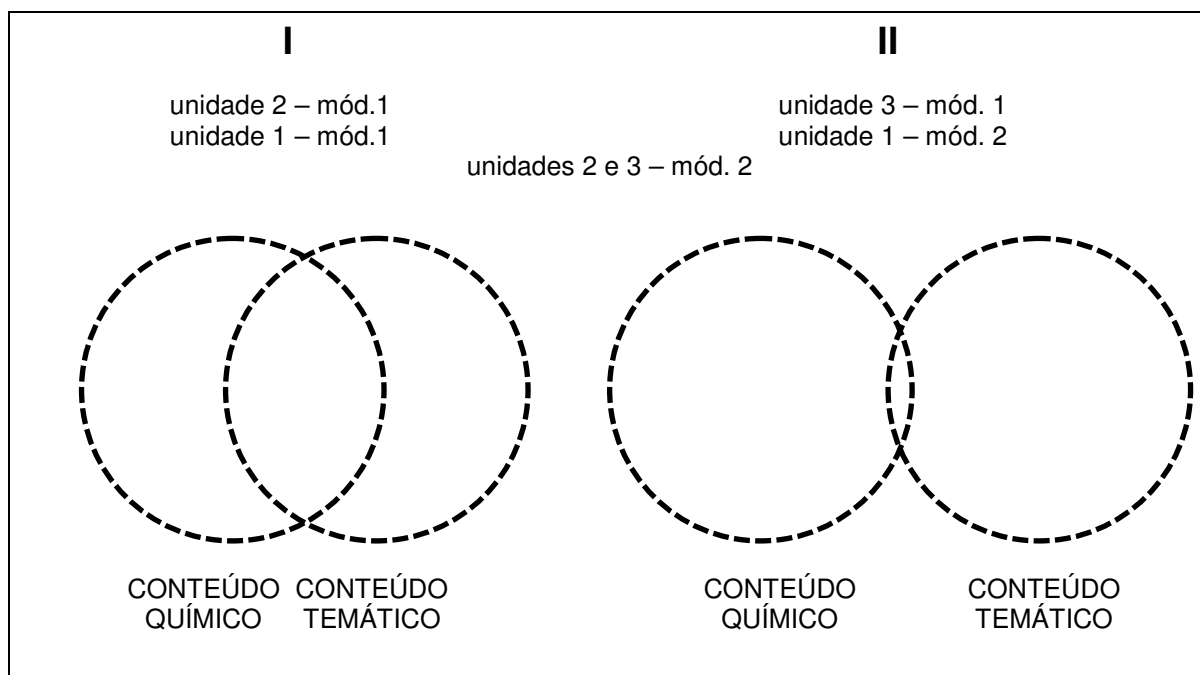
No item seguinte, “Os constituintes da matéria: sua natureza, seus símbolos e fórmulas”, o tema metal é retomado apresentando-se as propriedades gerais que caracterizam as substâncias metálicas. Nesse item, é abordada a classificação das substâncias em simples e composta. Nos tópicos seguintes “Estudando a natureza dos metais e a de seus materiais”, “Obtenção e corrosão de metais” e “Os metais na sociedade moderna” são introduzidos: conceitos de ligas metálicas, minerais e minérios; informações sobre alguns metais (ferro, alumínio, cobre e ouro); comentários sobre o processo de oxidação de metais; aplicações de metais na sociedade moderna; problemas ambientais relacionados aos metais pesados; exploração de minérios e meio ambiente; e o valor dos metais na sociedade moderna. Esses conceitos não fazem parte do conteúdo do programa PAS e foram selecionados por constituírem-se em informações relevantes para os cidadãos. Todavia, eles foram tratados de maneira superficial,

pois requisitavam conceitos químicos mais avançados que ainda não tinham sido estudados pelos alunos, como oxi-redução e ligação metálica.

Enquanto a abordagem temática esteve presente durante toda a unidade dois, relativa ao lixo, na unidade três ela é desenvolvida quase que de forma independente. Não há um aprofundamento conceitual; poucos conceitos abordados são usados como ferramentas para a compreensão dos processos envolvidos; e a maior parte dos conceitos estudados não tem vínculo com o tema em questão. No caso, não há uma vinculação organicamente articulada entre tema e conteúdo químico, como ocorre na unidade dois.

A introdução de um tema implica a introdução de uma série de conceitos químicos e conceitos de caráter multidisciplinar. A esse conteúdo chamamos “conteúdo temático”. O conteúdo de química adotado nas escolas é denominado aqui “conteúdo químico”. No caso do livro *Química na Sociedade*, esse conteúdo coincide com o conteúdo do programa PAS da Universidade de Brasília.

Pelo exposto, podemos representar a relação entre “conteúdo químico” e “conteúdo temático” no livro *Química na Sociedade* pelo esquema da figura 4, a seguir. O esquema um (I) representa a abordagem da unidade dois do módulo um, relativa ao lixo, enquanto o esquema dois (II) representa a abordagem da unidade três, metais. A abordagem das demais unidades do livro pode ser classificada, conforme indicação apresentada na figura 4. Observa-se que duas unidades estão mais vinculadas aos temas, duas outras estão muito pouco articuladas e duas outras estão em um estágio intermediário entre os esquemas I e II (unidades 2 e 3 do módulo 2).

FIGURA 4 – Vinculação entre tema e conteúdo no livro *Química na Sociedade*

Nos parece interessante verificar que posição ocupa o livro *Química na Sociedade* na classificação dos currículos CTS de AIKENHEAD (1994a), apresentada no QUADRO 1 do capítulo um. Nessa classificação, Aikenhead procura estabelecer qual a relação entre conteúdo científico e conteúdo CTS para cada categoria. Poderíamos situar o currículo desenvolvido no livro *Química na Sociedade* na categoria três, ainda que, como já comentamos, os temas (conteúdo CTS) no livro não sejam abordados em profundidade como, em geral, o são em livros dessa categoria. Os textos dedicados aos temas no livro *Química na Sociedade* variam, em termos de números de caracteres, entre 12 a 25% do total da unidade. O conteúdo científico é o conteúdo disciplinar da química que estrutura e organiza a seqüência do livro, apesar de os temas estarem sendo explorados em todas as unidades.

Uma outra característica do livro está no fato dele ter sido organizado a partir de um conteúdo previamente definido. Dessa forma, a abordagem que o mesmo apresenta para os ASC não corresponde ao da proposta de Paulo Freire, no sentido de o tema ser extraído da vivência cultural dos estudantes. Há apenas um número reduzido de questões que solicitam aos alunos uma reflexão a respeito de problemas que eles podem encontrar em sua comunidade local, como os seguintes exemplos: “1. Verifique como tem sido tratado em sua cidade o lixo hospitalar, o industrial e o radioativo. (MÓL e SANTOS *et al.*, 1998a, p. 55)” e “7. Levante informações sobre a situação socioeconômica das pessoas que vivem nos lixões de sua cidade” (*ibid.*, p. 58).

Deve-se levar em conta, todavia, que muitas das questões já exemplificadas no presente item levantam aspectos relativos a valores e a atitudes frente a aspectos ambientais, econômicos, políticos e sociais. Nesse sentido, a proposta de abordagem de ASC do livro *Química na Sociedade* busca levar de alguma forma uma reflexão sobre o contexto social da ciência e tecnologia em que os alunos estão inseridos. Sendo assim, podemos dizer que há uma tentativa no livro de incorporar aspectos humanísticos na sua abordagem temática.

3. Características de editoração

Conforme foi comentado anteriormente, a primeira versão experimental do livro foi produzida em um espaço de tempo muito curto, o que implicou em

vários problemas na obra, tanto no que diz respeito a conceitos químicos explorados inadequadamente, algumas vezes com imprecisão, como no tocante à revisão de língua portuguesa. A diagramação gráfica é de péssima qualidade e a linguagem usada, embora simples, não apresenta um estilo didático que seja suficientemente atrativo para os alunos. Além desses problemas inerentes a uma publicação conduzida sem o suporte técnico editorial, o livro apresentou outros problemas que estiveram relacionados à dificuldade dos próprios autores na tarefa de redação dos originais.

A proposta de introduzir os temas, por meio de questões que problematizam ASC, as quais seriam retomadas ao final da unidade, pôde ser razoavelmente desenvolvida na unidade dois, mas não o foi da mesma forma nas demais unidades, devido principalmente à dificuldade que os autores encontraram em integrar os temas aos conteúdos estabelecidos pelo programa PAS.

Uma outra dificuldade dos autores foi na proposição de questões abertas que fossem significativas e bem elaboradas. Nesse sentido, o livro apresenta algumas questões de discussão de ASC que não estão claramente elaboradas.

Do ponto de vista da participação dos alunos, o livro não apresenta sugestões de dinâmicas a serem desenvolvidas ou estratégias para envolver os alunos em debates, apesar de haver uma tentativa explícita de estimular a sua participação. Nesse sentido, no livro são propostas “questões para discussão”, mas não são sugeridas estratégias que pudessem auxiliar o professor na condução dessas discussões.

O nosso contato com os professores que estavam adotando o livro evidenciava que eles tinham uma grande simpatia pelo mesmo, principalmente por esse introduzir aspectos sociais. Todavia, havia uma nítida resistência de muitos professores em adotá-lo, pois o livro propunha uma abordagem diferente daquela a que eles estão acostumados a trabalhar. Isso se deve não só à introdução de textos temáticos, mas também à introdução de vários experimentos; à priorização de questões conceituais em detrimento da realização de exercícios com modelos de resolução já definidos e à própria organização do conteúdo.

Em síntese, podemos dizer que o livro didático em questão se constituía em uma edição experimental de uma proposta inovadora de ensino de química, que embora apresentasse diversos problemas, se configurava em uma tentativa curricular de incorporar ASC ao ensino dessa disciplina.

Nesse sentido, esta pesquisa possibilita investigar como tais tentativas foram traduzidas por professores que fizeram uso do livro. Antes de apresentar esses resultados, vamos discutir a metodologia da investigação.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O pensar certo sabe, por exemplo, que não é a partir dele como um dado, que se conforma a prática docente crítica, mas sabe também que sem ele não se funda aquela. A prática docente crítica, implicante do pensar certo, envolve o movimento dinâmico, dialético, entre o fazer e o pensar sobre o fazer.

Paulo Freire (Pedagogia da Autonomia).

No presente capítulo, apresentamos a abordagem metodológica que foi usada na investigação conduzida nesta tese. Inicialmente definimos a linha metodológica da pesquisa. A seguir apresentamos uma descrição dos passos metodológicos adotados na investigação, caracterizando o conjunto de professores do qual selecionamos os nossos estudos de caso e justificando os procedimentos adotados durante a pesquisa.

1. Abordagem metodológica da investigação

A abordagem metodológica que adotamos para conduzir a investigação foi a de uma pesquisa com caráter etnográfico, via estudo de caso, em função de que o nosso principal objetivo da pesquisa é a análise do processo pedagógico estabelecido em sala de aula. Segundo LÜDKE e ANDRÉ (1986), a abordagem etnográfica de estudo de caso encerra um grande potencial para a compreensão do processo educacional. Considerando que em nosso estudo desenvolvemos a análise de diversos aspectos educacionais, como currículo, escola, livro didático,

alunos, professor e estratégias de ensino, esse tipo de abordagem nos parece apropriado.

Nossa pesquisa não ocorreu com uma imersão em salas de aula por todo o ano letivo, daí falarmos apenas em caráter e não em pesquisa etnográfica. Todavia, nossa investigação apresenta as características básicas que LÜDKE e ANDRÉ (1986) apontam como sendo as de um estudo de caso, tais como a ênfase na interpretação em contexto, o retrato da realidade de forma a revelar a multiplicidade de dimensões e as inter-relações, o uso de uma variedade de fontes de informação e o relato do estudo de forma a permitir que o leitor possa fazer as suas “generalizações naturalísticas¹²”. Todos os casos foram delimitados e representam uma experiência singular vivenciada pelos professores, mas que possuem características similares ao grupo de professores que inicialmente investigamos, possibilitando o levantamento de generalizações naturalísticas.

A análise que desenvolvemos buscou responder às nossas questões de pesquisa. Essas têm por objetivo identificar: (1) as concepções dos professores sobre abordagem de ASC em sala de aula; (2) as estratégias e conteúdos usados pelos professores nessa abordagem; (3) os fatores que possibilitam e dificultam a introdução e a abordagem desses aspectos; (4) a influência do livro *Química na Sociedade* nas tentativas dos professores de introdução desses aspectos nas aulas de química; e (5) as respostas dos alunos em sala de aula a essas tentativas. Todas essas são questões amplas que

¹² Segundo LÜDKE e ANDRÉ (1986), as generalizações naturalísticas são generalizações que podem ser feitas pelo leitor ou usuário a partir de seu conhecimento experiencial, quando ele tenta associar dados do estudo de caso com dados que são frutos das suas experiências pessoais.

requerem uma análise das diversas dimensões educacionais envolvidas no processo.

Conforme discutimos anteriormente, estamos interessados em constatar a relação entre a abordagem de ASC e a instauração do processo dialógico em sala de aula. Sendo assim, uma das investigações a ser desenvolvida na pesquisa consiste na análise das interações discursivas ou enunciativas que ocorrem nas aulas dos estudos de caso, quando da abordagem dos ASC.

Uma abordagem metodológica que tem sido usada para compreender as interações discursivas é a análise microgenética, segundo a matriz histórico-cultural (GÓES, 2000). Segundo GÓES (2000), essa abordagem é caracterizada por ser orientada para minúcias indiciais (micro) e por focalizar o movimento durante os processos e relacionar condições passadas e presentes (genética). A abordagem microgenética “é uma espécie de ‘estudo longitudinal de curto prazo’ e uma forma de identificar transições genéticas, ou seja, a transformação nas ações dos sujeitos e a passagem do funcionamento intersubjetivo para o intrasubjetivo” (GÓES, 2000, p. 14-15).

Dado o interesse de nossa pesquisa, a nossa análise não foi aprofundada no sentido genético de compreender a passagem do funcionamento intersubjetivo para o intrasubjetivo. No entanto, focalizamos a análise em minúcias indiciais, identificando relações dinâmico-casuais relativas às interações discursivas em sala de aula. O nosso estudo, mesmo não sendo tipicamente uma abordagem microgenética, fez uso das ferramentas de análise da vertente

discursiva ou enunciativa da pesquisa microgenética, privilegiando a dimensão dialógica e as relações entre interação, discurso e conhecimento.

Nesse sentido, a análise desenvolvida teve um caráter etnográfico e microgenético, em que diferentes instrumentos analíticos foram usados para compreender o processo de abordagem de ASC em sala de aula. Para a compreensão de todos os procedimentos metodológicos, descreveremos a seguir as etapas da investigação e, no último item deste capítulo, discutiremos os procedimentos de análise que foram adotados.

2. Etapas da investigação

O nosso objeto de investigação está relacionado à abordagem dos aspectos sócio-científicos (ASC) no ensino de química e suas implicações para a formação de professores.

Durante o processo de definição do desenho metodológico de nossa investigação, em 1998, coletamos dados sobre as concepções de professores a respeito do princípio curricular de contextualização estabelecido nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, ministramos um curso de extensão para professores envolvendo tal temática e entrevistamos professores que estavam aplicando o livro didático *Química na Sociedade*. Essas investigações exploratórias iniciais, que resultaram em dois trabalhos de pesquisa (SANTOS, MÓL e SILVA, 1999; SANTOS e MORTIMER, 1999a), permitiram a imersão na

temática estabelecida e propiciaram o levantamento de questões iniciais de investigação que evoluíram para o objeto de investigação desta tese.

Paralelo a esse processo, atualizamos a nossa revisão da literatura sobre currículos de ensino de Ciência – Tecnologia – Sociedade, CTS, com a identificação das tendências e dilemas dessa área de pesquisa em ensino de ciências. As reflexões críticas extraídas dessa revisão de literatura também contribuíram no processo de definição das questões de estudo.

A partir das reflexões teóricas desenvolvidas e da constatação empírica de que os professores abordam ASC em aulas de química com diferentes concepções sobre a sua função curricular (SANTOS e MORTIMER, 1999a) e encontram dificuldades na abordagem de tais aspectos (SANTOS, MÓL e SILVA, 1999), definimos os procedimentos metodológicos da pesquisa. Dado esse contexto, optamos por desenvolver estudos de caso com o propósito de compreender como estava sendo traduzida em sala de aula a abordagem dos ASC por professores de química.

Definido o objeto de investigação, passamos para a etapa de seleção dos participantes, por meio de entrevistas semi-estruturadas. A amostra inicial era constituída pelos professores do Distrito Federal que faziam uso do livro *Química na Sociedade*. Antes das entrevistas, aplicamos um questionário socioeconômico-cultural que teve como objetivo caracterizar o perfil dos sujeitos da investigação naqueles termos e identificar possíveis grupos diferenciados. Essa etapa de seleção foi desenvolvida de fevereiro a maio de 1999.

Na etapa seguinte, processamos uma análise dos dados obtidos nas entrevistas para caracterizar e categorizar os professores investigados. Foram

obtidas ao final, quatro categorias de professores. De cada uma dessas categorias selecionamos aleatoriamente um professor para o desenvolvimento do estudo de caso. Antes disso, desenvolvemos um estudo piloto com um professor, visando o treinamento de habilidades do pesquisador no processo de coleta de dados, por meio de gravação em vídeo. O piloto ocorreu durante o mês de junho daquele ano.

A próxima etapa consistiu no estudo de caso dos professores selecionados. Esse estudo englobou novas entrevistas com os professores, gravação em vídeo das aulas e entrevistas com os alunos. Tal etapa desenvolveu-se de agosto a novembro de 1999, tendo sido realizadas entrevistas complementares com os professores no primeiro semestre de 2000.

Na etapa final, processamos a análise de dados que consistiu na análise das aulas em que houve abordagem de ASC e na análise das entrevistas.

Para melhor compreensão da análise desenvolvida, caracterizamos a seguir, como se desenrolou o processo de seleção dos estudos de caso.

3. Contexto e participantes

O critério adotado para a seleção dos sujeitos que seriam objetos dos estudos de caso teve como eixo norteador a identificação de professores que abordam em sala de aula ASC. Nesse sentido, foi definido como critério inicial de seleção a identificação de professores que faziam uso do livro *Química na Sociedade*, quer como livro didático, quer apenas como fonte de consulta. Esse

critério foi escolhido tendo em vista o caráter temático do livro. Muito provavelmente os professores que faziam uso desse livro poderiam estar abordando ASC em sala de aula.

Essa não era a única razão pela qual os professores adotavam o livro e muitos chegaram a usá-lo por outros motivos, como por exemplo, o fato de a maioria dos colegas de escola ter decidido pela sua escolha. Nesse sentido, decidimos realizar entrevistas semi-estruturadas com esses professores, a fim de selecionar aqueles que apresentassem indicadores mais concretos de estarem abordando ASC em sala de aula. Essas entrevistas são denominadas, neste trabalho, “entrevista concepções”. Na ocasião em que elas foram realizadas, aplicamos o questionário socioeconômico-cultural (anexo 1.3) para caracterizar o grupo de professores que estava sendo selecionado.

Por meio de indicação dos professores vinculados ao Projeto PEQS, do contato com professores a quem ministramos cursos de extensão e da visita a dezoito escolas de ensino médio do Distrito Federal, obtivemos a indicação de 55 professores que se encaixavam no perfil definido, dentre quais foi possível contatar e entrevistar 44.

Como estávamos selecionando professores para estudo de caso com gravação, em vídeo, das aulas, tivemos que excluir de nosso grupo de entrevistados aqueles que estavam fora de regência de sala de aula em turmas regulares de química. Dos 44 professores entrevistados, dois declararam durante a “entrevista concepções” que não tinham conhecimento do livro *Química na Sociedade* e três estavam atuando em aulas de laboratório como

complementação à grade curricular de química. Dessa forma, ficamos com um total de 39 (trinta e nove) professores.

Na análise da entrevista desses 39 professores, constatamos que os professores apresentavam diferentes concepções para a abordagem de ASC, conforme discutimos em um outro trabalho (SANTOS e MORTIMER, 1999b). A partir dessa análise foram excluídos da lista final de seleção aqueles que evidenciaram não desenvolverem atividades dessa natureza ou fazê-lo muito raramente, seja por alegarem dificuldades, seja por não darem importância a esse tipo de abordagem. Assim, obtivemos um grupo de 32 professores que foram categorizados para a seleção dos que seriam objetos de nossos estudos de caso.

Considerando que um dos objetivos de nossa investigação é fornecer contribuições para o processo de formação de professores e que uma de nossas questões de investigação era identificar a influência do livro *Química na Sociedade* nas tentativas dos professores de introduzir ASC nas aulas de química, decidimos por categorizar os professores selecionados em grupos que permitissem evidenciar influência do livro didático e do processo de formação do professor nas suas tentativas de abordar os ASC.

Nesse sentido, agrupamos os professores inicialmente em duas categorias: professores que adotavam o livro *Química na Sociedade* como livro didático e os que usavam o livro apenas como fonte de consulta. Cada uma dessas duas categorias foi dividida em outras duas, de acordo com o critério de o professor já ter freqüentado ou não um curso de formação sobre a abordagem do livro *Química na Sociedade*. Dessa forma, chegamos a quatro categorias, que estão relacionadas no QUADRO 2, a seguir.

QUADRO 2 – Categorias do grupo de professores selecionados

<i>Categoria</i>	<i>Nº de professores</i>
1. Adota o livro <i>Química na Sociedade</i> como livro didático e teve formação sobre a abordagem do referido livro.	8
2. Não adota o livro <i>Química na Sociedade</i> como livro didático e teve formação sobre a abordagem do referido livro.	7
3. Adota o livro <i>Química na Sociedade</i> como livro didático e não teve formação sobre a abordagem do referido livro.	7
4. Não adota o livro <i>Química na Sociedade</i> como livro didático e não teve formação sobre a abordagem do referido livro.	10

Essas categorias poderiam indicar estratégias diferenciadas utilizadas pelos professores ao abordar ASC. A adoção ou não de um livro didático específico pode implicar numa grande diferença em termos de planejamento e estratégias empregadas nessa abordagem. A formação específica para o uso do livro, nos cursos oferecidos na universidade, ou sua ausência, também pode implicar em diferenças significativas na abordagem de ASC em sala de aula. A partir dessas quatro categorias, descritas no QUADRO 2, passamos a proceder à seleção aleatória de um professor de cada categoria.

No processo de seleção aleatória, à medida que os professores foram sendo selecionados, estabelecemos os contatos para confirmar a possibilidade da realização de nosso estudo de caso. Na ocasião, nós expressamos o interesse de analisar aulas em que houvesse discussão de algum ASC, tal qual ele havia relatado na “entrevista concepções” realizada no processo de seleção dos participantes. Na medida em que o professor relatava que pretendia desenvolver alguma atividade em sala que contemplasse esses aspectos e concordava com a

gravação de suas aulas, iniciávamos o processo de acompanhamento e gravação em vídeo das aulas.

A seleção aleatória foi desenvolvida no mês de agosto de 1999. Durante esse processo, diversos professores selecionados tiveram de ser substituídos, por razões que impossibilitavam a gravação das aulas ou até mesmo por afirmarem que naquele período não iriam abordar ASC. Em decorrência disso, enfrentamos problemas no acompanhamento de todos os casos selecionados, o que de alguma forma, restringiu o período de gravação de aulas de alguns casos.

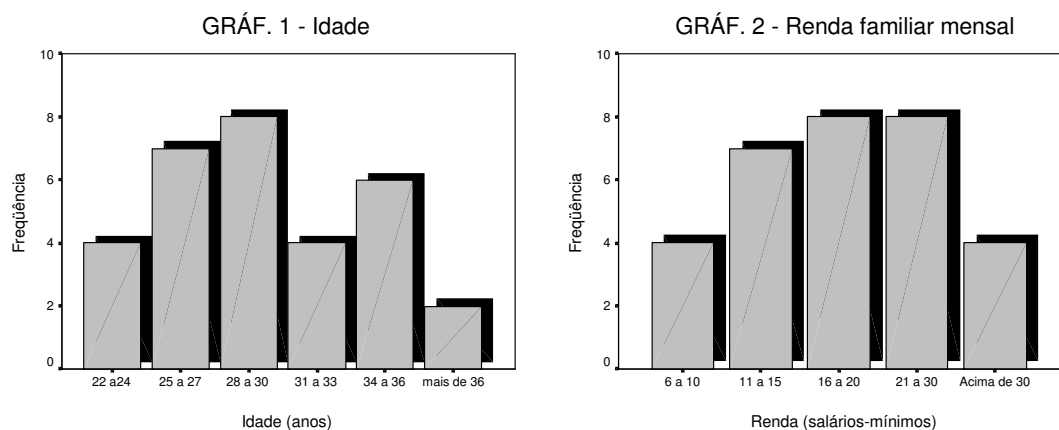
No anexo 3.1 é apresentado o QUADRO que contém as informações de todos os professores relacionados durante o processo de seleção, obtidas por meio dos instrumentos metodológicos utilizados na pesquisa. Tentativas de contato foram feitas com todos os professores relacionados nesse anexo, mas conforme indicado, nem todos foram entrevistados.

4. Perfil dos professores selecionados

Como descrito no item anterior, os professores dos estudos de caso de nossa investigação foram selecionados a partir de um grupo de 32 professores. Com o objetivo de fornecer elementos para a compreensão da análise e das considerações que desenvolveremos nesta tese, descrevemos no presente item as principais características sócio-biográficas e culturais obtidas a partir do questionário socioeconômico-cultural e da “entrevista concepções”. Todos os

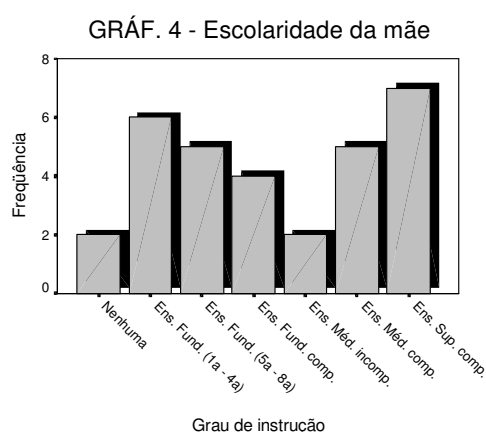
dados obtidos, de freqüências e de percentual das características sócio-biográficas e culturais, estão detalhados no anexo 3.2.

O grupo de professores é constituído, em igual proporção, por homens e mulheres. A sua idade média é 29 anos e cerca de 2/3 dos professores possui entre 25 e 33 anos (GRÁFICO 1). A maioria (53,1%) nasceu no próprio Distrito Federal. A residência do grupo está relativamente distribuída entre as cidades de Ceilândia, Gama, Guará, Plano Piloto/Lago, Sobradinho e Taguatinga. A renda familiar mensal está distribuída de maneira mais ou menos igualitária entre as quatro faixas de renda no intervalo de seis a 30 salários-mínimos, conforme é mostrado no GRÁFICO 2.



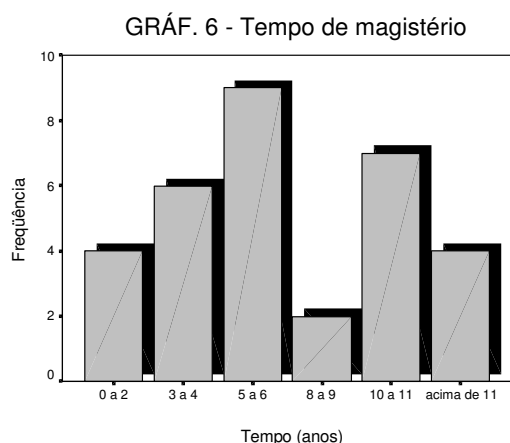
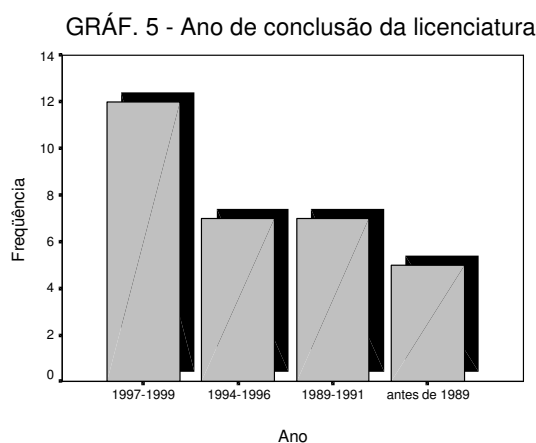
Sobre o grau de escolaridade dos pais, constata-se nos GRÁFICOS 3 e 4, a seguir, que existe uma considerável quantidade de pais que não possui escolaridade ou estudaram até a 4^a série do Ensino Fundamental (40,7% para os pais e 25,1% para as mães). A maioria dos pais (53,2%) possui grau de

escolaridade de ensino fundamental incompleto e a maioria das mães (53,2%) possui grau de escolaridade de ensino fundamental completo. Percebe-se ainda que o grau de escolaridade das mães é maior do que o dos pais.



Com relação à formação acadêmica dos professores, apenas uma professora estava graduando-se no final daquele ano de 1999 em licenciatura em química, enquanto todos os demais já haviam concluído esse curso. A maioria dos professores (62,5%) possui menos de cinco anos de conclusão do curso de licenciatura, ou seja, concluiu o seu curso na década de 1990 (GRÁFICO 5, a seguir). Apenas quatro professores não haviam se formado no Distrito Federal. Os demais concluíram o curso na Universidade de Brasília, UnB, (44%) e na Universidade Católica de Brasília, UCB, (44%). Dos 32 professores, dezesseis (50%) cursaram pelo menos um curso de capacitação para professores por ano de magistério (37,5%) ou a cada dois anos (12,5%). Apenas um professor com mais de um ano de conclusão da graduação não participou de nenhum curso ou

de congresso. Todos os demais professores, com mais de um ano de conclusão da licenciatura, participaram de cursos ou de congressos em educação. Dessa forma, podemos dizer que o grupo de professores tem alguma inserção em processo de formação de professores além do curso de licenciatura, sendo que metade tem uma boa regularidade na participação em cursos.



Com relação à atuação dos professores no magistério, constata-se que a maioria (59,4%) possui até seis anos de magistério (GRÁFICO 6). Todos trabalham em escola pública, sendo que 34,4% atua também em escola particular. Metade dos professores atua em duas escolas, 37,5% atua em apenas uma escola e somente três professores atuam em três escolas. A maioria dos professores (59,4%) tem dedicação exclusiva ao magistério, sendo que dos onze professores que desempenham outras atividades remuneradas, seis trabalham de uma a dez horas, um trabalha de 21 a 30 horas e quatro trabalham de 31 a 40 horas nessas atividades. A maioria dos professores (53,1%) tem uma carga

horária semanal em sala de aula entre 31 a 40 horas aula e seis professores (18,8%) têm uma carga entre 41 a 60 horas aula. Isso indica que o perfil do nosso grupo é tipicamente de professor de escola pública com dedicação exclusiva ao magistério.

Com relação à fonte de informação, pode-se destacar que as principais fontes para os professores são jornal escrito (68,8%), revista (53,1%) e telejornal (53,1%). Sendo que 53,1% lê jornal semanalmente e 31,3% lê diariamente, enquanto 72% assiste à televisão diariamente. A maioria dos professores lê jornal (87,5%), revista de informação (59,4%) e revista de divulgação científica (53,1%). Sobre o interesse dos professores em relação a sessões de jornais, observa-se que a maioria tem interesse por notícias locais (87,5%), política (71,9%) e economia (56,3%). Já em relação aos programas de televisão, a maioria assiste a telejornal (90,6%), filmes (71,9%) e entrevistas (59,4%).

Esses dados indicam que a principal fonte de informação para a maioria dos professores é o telejornal, diariamente, e o jornal escrito, semanalmente. Enquanto quase 2/3 lê revistas semanal de informação, um pouco mais da metade lê revistas de divulgação científica. Nesse sentido, podemos dizer que o grupo, de certa forma, busca informações em diferentes fontes, sem que, contudo, o acesso a outras fontes, que não a televisão, seja feita com uma frequência muito elevada.

A maioria dos professores participa de atividades culturais apenas ocasionalmente, ou seja, não é semanal e nem mensal (81,3% vão ocasionalmente a shows ou concertos e 68,8% assistem ocasionalmente a peças teatrais ou dança). Quase metade (46,9%) também vai ocasionalmente ao

cinema. A maioria disse assistir filmes (81,3%) em videocassete. Nesse sentido, os dados revelam um acesso restrito dos professores às atividades culturais, o que indica que provavelmente eles não tenham uma ampla formação cultural.

Sobre a participação em outras organizações (sindicatos, associações comunitárias etc.), a grande maioria (78,1%) dos professores não atua em tais atividades. Dos seis professores que atuam nessas atividades, dois dedicam seis horas por semana a tais organizações e um, quatro horas. Podemos dizer, portanto, que o grupo de professores em questão não é constituído por militantes em atividades políticas.

Outro dado a ser considerado nesta investigação refere-se à relação do pesquisador deste trabalho com os professores do grupo selecionado. Seis deles pertenciam ao Projeto PEQS e, portanto, tinham um relacionamento muito próximo com o pesquisador. Oito eram ex-alunos do pesquisador do curso de licenciatura da UnB e dois eram ex-alunos do curso de licenciatura da UCB. Sete professores já haviam participado anteriormente de cursos de extensão ministrados pelo pesquisador. Em síntese, 23 professores (71,9%) tinham passagem em curso de formação ministrado pelo pesquisador.

Na apresentação dos estudos de caso, nos capítulos quatro e cinco, será descrito o perfil de cada um dos quatro professores selecionados. Dentre esses professores, três foram ex-alunos do pesquisador do curso de licenciatura da UnB (casos 2 a 4). A professora do primeiro estudo de caso já havia tido contato anterior com o pesquisador em Encontros de Ensino de Química e no curso sobre o livro *Química na Sociedade*, ministrado no ano anterior.

5. Procedimentos metodológicos

Os seguintes procedimentos metodológicos foram usados no processo de seleção dos professores: entrevistas semi-estruturadas, questionários socioeconômico-culturais e consulta aos professores sobre concordância em participar do estudo de caso. Os instrumentos usados nessa etapa encontram-se no anexo 1: protocolo de dados que foi preenchido pelo pesquisador antes da entrevista (anexo 1.1), roteiro da “entrevista concepções” (anexo 1.2) e questionário sócio-econômico-cultural (anexo 1.3).

As “entrevistas concepções” tiveram uma duração média de 20 a 30 minutos. Elas continham questões: sobre as concepções dos professores; sobre o objetivo do ensino médio; sobre as relações entre conhecimento químico e a sociedade, o ambiente e a tecnologia; sobre sua prática pedagógica em sala de aula, as atividades de ensino desenvolvidas, as dificuldades encontradas em seu trabalho; e sobre os materiais didáticos adotados. Durante a entrevista foi solicitado ao professor que relatasse exemplos de atividades de discussão de ASC que ele já tivesse desenvolvido em sala de aula.

A análise das entrevistas do grupo de 39 professores, que foram selecionados inicialmente, antes da definição do grupo de 32 professores, foi centrada na identificação, na fala do professor, de relato da abordagem de ASC em suas aulas. Para isso, pedíamos aos professores que detalhassem as atividades que desenvolviam em sala de aula e tentávamos identificar se essas incluíam atividades com discussão de ASC. Alguns professores, apesar de dizerem na entrevista que abordavam esses aspectos, não mencionavam esse

tipo de atividade no relato. Esses professores foram excluídos do grupo de categorização, conforme já relatamos no item anterior.

A análise qualitativa dessas entrevistas revelou que todos os professores identificaram a formação da cidadania como principal objetivo do ensino médio e reconheceram a contextualização¹³ como um princípio curricular fundamental. Cabe ressaltar, no entanto, o fato dessa análise se referir ao discurso de professores numa entrevista. Entendemos que as entrevistas são sócio-culturalmente situadas, o que significa que o entrevistado não responde apenas levando em consideração o que ele pensa, mas também as expectativas que cria na relação que estabelece com o entrevistador. Nesse sentido, acreditamos que o fato de a maioria dos professores indicar que valoriza os ASC no ensino, não quer dizer que isso realmente ocorra. Daí a justificativa da seleção de professores para o acompanhamento sistemático das aulas.

A análise das concepções dos professores expressa nos exemplos apresentados sobre o que caracterizava a contextualização do ensino de química evidenciou, também, a existência de diferentes concepções para o termo contextualização e uma tendência de os professores relacionarem a contextualização mais como descrição de fatos e processos do cotidiano, do que com a função de formação para a cidadania. Segundo essa análise, todos os professores descreveram a contextualização como sinônimo de abordagem de situações do cotidiano. Essa concepção seria aquela que denominamos em

¹³ Adotamos na entrevista o termo contextualização, ao invés de aspectos sócio-científicos, pois na ocasião a contextualização era o lema da reforma do ensino médio que estava sendo amplamente difundida pelo MEC na mídia e em documentos enviados para as escolas, enquanto o outro termo, aspectos sócio-científicos, acreditamos não ser de conhecimento da maioria dos professores.

trabalho anterior como sendo descrição científica de fatos e processos do cotidiano do aluno (SANTOS e MORTIMER, 1999a). Isso parece indicar um certo reducionismo do princípio curricular de contextualização à mera ilustração do conhecimento químico por fatos do cotidiano.

Com relação às concepções que denominamos desenvolvimento de atitudes e valores para a formação da cidadania, constatamos que somente 16 professores mencionaram discutir com os alunos questões ambientais, econômicas, sociais, éticas ou de formação de atitudes em relação à ciência e tecnologia. Isso evidencia que mesmo considerando apenas o discurso dos professores, parece que a prática deles não está centrada na formação da cidadania. Verifica-se, assim, que a abordagem de ASC vem sendo reconhecida como importante por vários professores, os quais segundo seu discurso, buscam abordar esses aspectos em sala de aula. Todavia, constata-se que essa prática parece estar ainda relacionada apenas às aplicações da química ao cotidiano.

Após essa análise, selecionamos aleatoriamente os quatro professores para estudo de caso, os quais são identificados na presente tese com os seguintes pseudônimos: Profa. Cristina (caso 1), Prof. José da Silva (caso 2), Profa. Marli (caso 3) e Profa. Soraia (caso 4). Todos eles foram entrevistados sobre o planejamento pedagógico que desenvolveram no primeiro semestre. Nessa entrevista, os professores descreveram de maneira geral todo o conteúdo que foi desenvolvido e relataram as atividades realizadas, aula por aula. Essas entrevistas são aqui denominadas “entrevista planejamento” e o seu roteiro está no anexo 1.4.

O acompanhamento das aulas foi agendado tão logo o professor foi selecionado. As gravações teriam início, pelo menos, duas aulas que antecedessem a abordagem de ASC, em que estávamos interessados, e continuariam enquanto o professor estivesse planejando a realização de tais atividades. Alterações nesse critério ocorreram, sobretudo, devido às dificuldades operacionais já relatadas no item um.

Todas as aulas que assistimos dos professores foram gravadas em vídeo. Em alguns casos, usávamos a gravação em fita cassete de discussão de grupo de aluno ou de determinada parte da sala, quando percebíamos que havia dificuldade em captar as vozes dos alunos ou do professor com o microfone da câmera.

Ao final das gravações, solicitamos ao professor que categorizasse os seus alunos em dois grupos: os que participavam com maior interesse de suas aulas e os que não demonstravam interesse pelas mesmas. De posse dessa relação, selecionamos aleatoriamente igual quantidade de alunos de cada grupo até um total de dez por cento da turma, o que correspondeu na maioria dos casos a quatro alunos.

Esses alunos selecionados foram entrevistados em grupo. A entrevista objetivou identificar se eles conseguiam estabelecer relações da química com os ASC, a impressão que tiveram das aulas gravadas em que tais aspectos foram abordados e as aulas do professor que consideraram mais significativas. Essas entrevistas são denominadas no presente trabalho “entrevista alunos” e o seu roteiro encontra-se no anexo 1.5.

Após as entrevistas dos alunos, foi feita uma nova entrevista semi-estruturada com o professor, com o objetivo de registrar as suas impressões em relação à influência das gravações nas suas aulas, à participação dos alunos nas aulas, aos objetivos que tinha em mente ao abordar ASC, às dificuldades que ele encontrou no desenvolvimento de suas aulas. Perguntávamos também sobre algum aspecto específico para o qual necessitávamos esclarecimento, para complementar informações obtidas por outras fontes. Essa entrevista está sendo denominada neste trabalho de “entrevista final” e o seu roteiro está no anexo 1.6.

Além dos instrumentos já descritos, fizemos uso de um diário de campo, no qual registramos ocorrências antes e depois da aula, como por exemplo, informações que os professores forneciam ao pesquisador sobre o andamento das aulas ou sobre a própria escola.

Todas as entrevistas com os professores e alunos dos quatro estudos de caso foram transcritas. Da mesma forma, todos os trechos das aulas gravadas em vídeo em que houve abordagem de ASC foram transcritos. A seguir vamos apresentar como esses dados foram analisados.

6. Análise de dados

A presente investigação apresenta algumas características de pesquisa etnográfica, uma vez que o estudo desenvolvido está levando em consideração o contexto educacional no qual os professores estão inseridos. Nesse sentido, são analisados na tese: o contexto da escola em relação à sua organização

pedagógica; o contexto da turma, em relação ao número de alunos, o grupo social a que pertencem, a sua faixa etária, o seu envolvimento nas discussões dos ASC e as suas impressões sobre o processo pedagógico vivenciado; o contexto curricular, incluindo o conteúdo programático seguido pelo professor, o livro didático usado em sala de aula, as atividades de ensino desenvolvidas e as dinâmicas de interação entre professor e alunos; e finalmente o perfil do professor, em relação à sua formação profissional docente, a sua atuação no magistério, as suas concepções e ainda as suas características sócio-biográficas.

Será a partir da análise descritiva dos contextos acima que buscaremos respostas às nossas questões de pesquisa. Considerando que uma dessas questões relaciona-se à compreensão das interações discursivas em sala de aula, quando da abordagem de ASC, desenvolvemos também uma análise dessas interações. Para isso foi necessária a seleção de episódios¹⁴ em que ocorreram discussões de ASC nas interações entre professor e alunos.

O QUADRO 3, a seguir, apresenta o total de aulas que foram gravadas e o período em que elas ocorreram.

¹⁴ Estamos adotando, nesta tese, a definição de episódios como recortes de seqüências discursivas relacionadas ao foco central da investigação (GÓES, 2000; MORTIMER, 2000). Situações significativas que interessam à investigação como, por exemplo, explicações dos estudantes, introdução de ASC não previstos no planejamento etc., tendem a ocorrer no contexto definido por outros enunciados. Este contexto maior, que é responsável pelo aparecimento dessas situações significativas pode ser definido como um “episódio” de construção de significados em sala de aula (MORTIMER, 2000). No nosso caso, esses recortes corresponderam a seqüências de interações discursivas entre professor e alunos durante as aulas em que algum ASC estava sendo abordado. Essas interações possibilitaram a emergência de aspectos que auxiliam a responder as nossas questões de investigação.

QUADRO 3 – Aulas gravadas por estudo de caso

<i>Estudo de caso</i>	<i>Nº de aulas</i>	<i>Período das gravações</i>
1	16	09.08 a 25.10
2	14	13.09 a 27.10
3	10	22.09 a 03.11
4	08	16.09 a 30.09

Dificuldades operacionais no processo de seleção ocasionaram o início mais tardio dos estudos de caso três e quatro e contribuíram para que um menor número de aulas fossem acompanhadas nesses casos. Durante o período que acompanhamos o estudo de caso 3, houve paralisação dos professores e a professora entrou de licença médica, de forma que seis aulas deixaram de ser ministradas em tal período. Em relação ao estudo de caso quatro, decidimos interromper as gravações após quatro aulas sem que nenhum outro ASC tivesse sido abordado, pois a professora anunciou que as semanas seguintes iriam ser de provas e que depois ela iniciaria uma nova unidade, para qual não pretendia discutir nenhum outro ASC.

O QUADRO 4, a seguir, apresenta os temas de ASC que foram abordados pelos professores de estudo de caso e o número de aulas em que tais temas foram abordados. Uma análise desse QUADRO evidencia que, enquanto a professora do primeiro estudo de caso abordou quatro temas em onze de suas aulas, os demais abordaram apenas um tema em duas, três ou quatro aulas.

QUADRO 4 - Temas e nº de aulas de abordagem de ASC por estudo de caso

<i>Estudo de caso</i>	<i>Tema abordado</i>	<i>Nº de aulas</i>
1	Metais	05
	Desperdício: Matéria-prima e indústria	02
	Desperdício: alimentos	02
	Desperdício: materiais de construção	02
2	Ciência, magia e religião	04
3	Poluição atmosférica	03
4	Poluição atmosférica	02

Ao analisarmos preliminarmente as aulas transcritas, constatamos que a Profa. Cristina, do primeiro estudo de caso, abordou os ASC por meio de discussões com os alunos na maioria de suas aulas, fazendo uso de questões que eram prontamente respondidas por um grupo de alunos que estava engajado no debate. Já os demais professores, dos três outros estudos de caso, fizeram uma abordagem de ASC em situações mais pontuais, de modo que obtivemos um número bem menor de episódios desses professores quando comparado com o da Profa. Cristina.

Levando esses dados em consideração, decidimos selecionar o primeiro estudo de caso como referência para nossas análises. Nesse sentido, ele será apresentado no capítulo quatro, na forma típica de um estudo de caso na abordagem qualitativa. Além da análise dos episódios, apresentamos também uma descrição contextual que nos fornece elementos para a compreensão do caso em estudo e a identificação das respostas às nossas questões de pesquisa.

A análise dos demais casos teve como base o mesmo conjunto de dados empíricos obtidos e os resultados apresentados foram obtidos a partir do mesmo processo analítico desenvolvido no primeiro estudo de caso. Como esses casos não apresentam a mesma riqueza de dados, decidimos por não apresentar sua análise na forma documental como foi feita no primeiro estudo, uma vez que consideramos que os procedimentos adotados já haviam sido suficientemente exemplificados no capítulo quatro. Nesse sentido, a apresentação da análise dos três outros casos é feita no capítulo cinco, sem a apresentação detalhada dos dados obtidos. Nesse capítulo estabelecemos também comparações entre todos os casos estudados. Em ambos os capítulos, quatro e cinco, organizamos a apresentação por itens que espelham o foco de nossas questões de pesquisa, conforme veremos a seguir.

4. O LIVRO QUÍMICA NA SOCIEDADE NA SALA DE AULA: UM CASO DE ESTUDO

Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção.

Paulo Freire (Pedagogia da Autonomia).

No presente capítulo apresentamos a análise do primeiro estudo de caso, caracterizando o contexto da escola, da turma e o perfil do professor, analisando episódios em que a professora abordou aspectos sócio-científicos (ASC) e as entrevistas com a professora e com os alunos. Após a caracterização do contexto do estudo de caso, será feita uma análise discursiva de episódios e no item final serão apresentadas as principais considerações relativas às questões de pesquisa.

Na análise desenvolvida neste capítulo, fazemos transcrições de entrevistas e de trechos das aulas. Para essas transcrições adotamos a seguinte legenda:

An:	Fala de aluno cuja imagem foi identificada no vídeo. A letra “n” indica um número que foi usado na identificação do aluno.
AEn:	Aluno entrevistado, cuja numeração de identificação não é a mesma usada nas aulas transcritas.
A:	Fala de aluno cuja imagem não pôde ser identificada no vídeo.
AA:	Fala conjunta de mais de um aluno.
[xxx]:	Fala ininteligível.
[###]:	Fala ininteligível devido à fala conjunta de outros alunos ou excesso de ruído da turma.
[...]:	Trecho da transcrição omitido por não ser de interesse na análise.
[sentença]:	Esclarecimento sobre contexto da aula.
ENT.:	Entrevistador.

Turno de fala¹⁵: Cada turno de voz dos episódios é identificado por um número na ordem em que ele foi produzido naquele episódio. Na transcrição das entrevistas, todos os turnos foram enumerados, na ordem em que aparecem em cada entrevista. Os trechos de entrevistas apresentados neste capítulo indicam o número do turno na sequência original da entrevista que ele foi extraído. Em alguns trechos de entrevista foram suprimidos turnos que não eram de interesse para análise.

1. Perfil da escola, da turma e do professor

A escola fica localizada no centro da cidade de Taguatinga, maior cidade do Distrito Federal depois de Brasília. É um dos maiores Centros Educacionais de ensino médio e dos mais antigos da cidade. Oferece somente ensino médio nos três turnos.

É uma escola pública conhecida pela comunidade como uma escola de referência e, por esse motivo, a maioria dos alunos vem de outras cidades próximas em busca de um melhor ensino. Em Taguatinga, no geral, os alunos da periferia buscam a escola do centro da cidade e os alunos do centro da cidade buscam escolas em Brasília ou na rede de ensino particular.

A escola possui uma grande infra-estrutura física, tendo quatro blocos mais antigos com oito salas de aulas cada e um bloco mais novo com quatro salas de aula. Possui um bloco administrativo, um bloco de salas de laboratório com três laboratórios (física, química e biologia) e uma sala de educação artística. A escola dispõe ainda de uma biblioteca, uma sala de informática com 50

¹⁵ A expressão "turno de fala" deve ser entendida como a forma de demarcar a mudança do falante, quando um dos interlocutores (professor ou alunos) toma para si a elaboração de uma fala.

microcomputadores, duas salas de vídeo, uma sala de reuniões, um auditório, uma quadra de esporte e uma sala de educação física.

A escola tinha, naquele ano do estudo de caso, mais de doze professores de química. Essa equipe de professores era bastante heterogênea em termos de concepção de ensino. Um dos professores – diferente daquele investigado neste estudo de caso – faz parte do grupo PEQS e conseguiu fazer com que todos os professores de química adotassem o livro *Química na Sociedade*. Alguns outros eram contra a adoção do livro. O grupo como um todo tinha dificuldades em fazer o planejamento em conjunto.

Os professores da rede de ensino público do Distrito Federal têm um dia predeterminado na semana para ficarem na escola, fora de sala, a fim de planejarem as suas aulas. Esse dia é chamado dia de coordenação. Apesar da orientação da Secretaria de Educação para os professores reunirem-se para discutir o processo pedagógico em conjunto, nesse dia, naquela escola, não havia um planejamento muito sistemático de tal processo. A Profa. Cristina de nosso estudo de caso comparecia regularmente ao dia de coordenação e planejava as suas aulas em conjunto com duas outras professoras que adotavam o livro.

A direção da escola não tinha uma programação específica para o planejamento pedagógico e nem exercia alguma forma de controle em relação ao trabalho do professor. Dessa forma, os professores tinham uma relativa autonomia de desenvolver o seu próprio trabalho, independente dos demais colegas.

A turma que acompanhamos era do turno noturno. A maioria dos alunos, de acordo com a professora, tinha por volta de 18 anos, trabalhava no

comércio, em oficinas, na construção civil e em serviços domésticos; morava em cidades vizinhas; e pertencia à classe sócio-econômica de baixa renda. A turma tinha 50 alunos matriculados, mas a frequência média no segundo semestre era em torno de 25 alunos. Segundo a professora, a evasão da turma chegou a 50%.

A Profa. Cristina, que acompanhamos neste estudo de caso, é mineira, casada, mãe de três filhos, morava em Taguatinga e tinha 35 anos na época da coleta de dados. Não participava regularmente de atividades de outras organizações como associações e partido político. A sua principal fonte de informação era o telejornal. Lia ocasionalmente jornais e não tinha o hábito regular de ler revistas. As sessões de interesse nos jornais eram política, economia e notícias locais. Participava ocasionalmente de eventos culturais, como shows, espetáculos teatrais e cinema. Assistia a programação de televisão com frequência diária de até uma hora e se interessava por noticiários, filmes e entrevistas. Tinha uma situação sócio-econômica relativa a da classe média. Os seus pais tinham ambos escolaridade correspondente ao ensino fundamental incompleto e pertenciam aos grupamentos profissionais três e quatro do questionário sócio-econômico-cultural (*vide* anexo 1.3).

A Profa. Cristina graduou-se em Licenciatura Curta em Ciências e Licenciatura Plena em Química pela Universidade Católica de Brasília, na época Faculdades Integradas da Católica de Brasília, em 1987. Trabalhava em regime de dedicação exclusiva na rede de ensino público do Distrito Federal em uma única escola, nos turnos matutino e noturno, com uma carga horária semanal em sala de aula de 26 horas aula. Tinha 14 anos de magistério, período no qual lecionou ciências no ensino fundamental e química no ensino médio. Havia

participado de quatro Ecodeqs (Encontros Centro-Oeste de Debates em Ensino de Química) e de cinco cursos de formação de professor, sendo dois cursos de extensão oferecidos pela Universidade de Brasília com carga horária de 30 horas aula e três mini-cursos ministrados nos Ecodeqs.

Relatou, nas entrevistas, que na faculdade teve contato com propostas inovadoras de ensino de química e que, ao longo do tempo, vinham guardando as novas propostas que recebia nos cursos que fazia.

Ao final do ano de 1998, tinha feito um curso de extensão oferecido pela Universidade de Brasília sobre o livro *Química na Sociedade*. Naquele ano, a Profa. Cristina recomendou o livro *Química na Sociedade* para os alunos e usou alguns de seus textos em suas aulas. Em 1999, adotou o livro como livro didático.

2. Abordagem dos ASC

As aulas da professora na turma de nosso estudo de caso ocorriam às segundas-feiras das 20:10 h às 21:30 h. A sala de aula era bastante espaçosa e as carteiras ficavam dispostas em fileiras, mas os alunos as movimentavam para ficarem mais próximos dos colegas. Assim era comum ter grupos de dois ou até três alunos sentados lado a lado. Em função da grande evasão de alunos na turma, várias carteiras ficavam desocupadas. O arranjo final das carteiras era, portanto, em forma de fileiras desalinhadas com algumas carteiras dispostas lado a lado. Geralmente eles costumavam sentar nos mesmos lugares. A mesa da professora ficava no lado oposto da porta, próxima da janela. Na região central da

sala, próxima a sua mesa, ficava a maior parte dos alunos que habitualmente participavam das aulas. Ao fundo da fileira que estava em frente a sua mesa e nas duas fileiras próximas à porta, ficavam os alunos que manifestavam desinteresse pelas aulas.

Em termos de participação dos alunos nas aulas, em geral, essa era caracterizada pela existência de três grupos distintos de alunos: um que participava ativamente, um que demonstrava interesse pelas aulas e acompanhava as explicações, mesmo sem participar ativamente, e um terceiro grupo que demonstrava desinteresse. O primeiro grupo, constituído de alunos que evidenciavam interesse pela aula e participavam ativamente, era composto por seis alunos que participavam sistematicamente em todas as aulas, respondendo por mais de uma vez prontamente as questões da professora e por quatro alunos que tinha uma participação menos intensiva do que os primeiros. O segundo grupo, constituído por alunos que manifestavam interesse sem participar ativamente, era composto por cerca de oito outros alunos que demonstravam estar acompanhando com atenção a aula, dirigindo o olhar para a professora, seguindo a leitura dos textos com o seu próprio livro e respondendo questões coletivamente. O terceiro grupo de alunos, por volta de oito, demonstrava alheamento à aula, conversando o tempo todo, não prestando atenção na professora e não acompanhando a leitura.

As aulas que foram acompanhadas diretamente por nós, durante os meses de agosto a outubro, estão esquematizadas no QUADRO 5, a seguir.

QUADRO 5 - Aulas do estudo de caso 1

Aula	Data	Atividade/Conteúdo	Tema	Horário
1	02/08	Leitura do texto “Metais: materiais do nosso dia-a-dia” ¹⁶	Metais	aula não gravada
2		Experiência do livro: modelo científico ¹⁷		
3	09/08	Experiência do livro: descontinuidade da matéria ¹⁸		20:15 h 20:52 h
4		Leitura do texto “Como surgiram os modelos explicativos da matéria” ¹⁹ e resolução das questões ao final do texto		20:52 h 21:12 h
		Aula expositiva interativa ²⁰ , entremeada com leitura da lei de conservação de massa ²¹		21:13 h 21:25 h
5	16/08	Leitura do texto sobre as leis das reações químicas ²²		20:15 h 20:51 h
6		Resolução de exercícios do livro		20:52 h 21:18 h
		Leitura de texto “A elaboração do modelo atômico de Dalton” ²³	Metais	21:19 h 21:28 h
	23/08	Abono do professor		
7	30/08	Aula expositiva interativa sobre modelo de Dalton, constituintes e seus símbolos		20:15 h 20:32 h
		Cópia de exercícios da professora.	Metais	20:32 h 20:53 h
8		Exibição de vídeo		20:53 h 21:08 h
		Discussão dos exercícios sobre metais		21:08 h 21:26 h
	06/09	Recesso		

¹⁶ MÓL e SANTOS *et al.*, 1998a, p. 79-80.¹⁷ *Ibid.*, p. 81.¹⁸ *Ibid.*, p. 82-84.¹⁹ *Ibid.*, p. 84-86.²⁰ Estamos usando o adjetivo “interativa” para caracterizar esse tipo de aula em função da distinção elaborada por MORTIMER e SCOTT (em preparação) entre interação e diálogo. Normalmente, os manuais de didática classificam como “aula expositiva dialogada” aquelas em que ocorrem interações entre o professor e os alunos. No entanto, muitas dessas interações, como teremos oportunidade de mostrar na análise realizada neste capítulo, não são dialógicas, no sentido bakhtiniano do termo, por não contemplarem horizontes conceituais outros que não os do professor.²¹ *Ibid.*, p. 87-88.²² *Ibid.*, p. 89-90.²³ *Ibid.*, p. 91-93.

Aula	Data	Atividade/Conteúdo	Tema	Horário
9	13/09	Revisão do modelo de Dalton e resolução de exercícios de leis das reações		20:17 h 21:02 h
10		Conclusão dos exercícios da aula anterior sobre metais	Metais	21:02 h 21:13 h
		Leitura do texto “A utilização de matéria-prima pela indústria” ²⁴	Desperdício: Matéria-prima e indústria	21:13 h 21:29 h
11	20/09	Discussão das questões do texto da aula anterior		20:14 h 20:49 h
12		Avaliação com consulta e em dupla		20:50 h 21:30 h
13	27/09	Discussão sobre desperdício em restaurantes e sistema de cobrança	Desperdício: alimentos	20:16 h 20:30 h
		Aula expositiva interativa sobre medidas (grandezas, unidades, SI) e resolução de exercícios do livro		20:30 h 21:00 h
14		Aula expositiva interativa sobre quantidade de matéria e divisibilidade do átomo		21:00 h 21:17 h
		Aula expositiva interativa sobre modelo de miçanga para explicar quantidade de matéria		21:17 h 21:26 h
15/16	04/10	Semana de provas		
	11/10	Recesso		
17	18/10	Aula expositiva interativa com esquema sobre constante de Avogadro, mol		20:16 h 20:50 h
18		Aula expositiva interativa com esquema sobre massa atômica, molecular, molar		20:50 h 21:19 h
		Entrega da prova e avaliação formativa ²⁵		21:19 h 21:28 h
19	25/10	Leitura do texto “Evitando o desperdício de materiais por cálculos proporcionais” ²⁶ e discussão das questões do texto	Desperdício: materiais de construção	20:12 h 20:50 h
20		Resolução de exercícios do livro sobre cálculo de traço de cimento		20:50 h 21:12 h
		Aula expositiva interativa sobre lei das proporções e equação química		21:12 h 21:26 h

²⁴ MÓL e SANTOS *et al.*, 1998b, p. 7-8.

²⁵ Esse é o termo usado pela professora para avaliação que correspondia a 10% do valor da nota do bimestre, na qual cada aluno atribuía uma nota para si, de acordo com a sua frequência, disciplina, participação e rendimento.

²⁶ *Ibid.*, p. 33-35.

Essas aulas foram relativas à unidade “Natureza corpuscular da matéria” que correspondiam ao capítulo três do módulo um e capítulo um do módulo dois do livro “Química na Sociedade”, que foi usado como livro didático pela professora. Durante esse período, a professora abordou os temas referentes às unidades do livro. Esses temas estão indicados no QUADRO 5. Os episódios de aulas em que foram abordados os temas foram transcritos e alguns foram selecionados para a análise que é apresentada mais adiante.

Pelo QUADRO 5, podemos observar que as principais estratégias usadas pela professora, durante o período que acompanhamos, foram: leitura de texto, aula expositiva interativa, discussão de questões e resolução de exercícios. Além dessas, a professora realizou experimentos e apresentou um vídeo.

Para uma melhor visualização de como foi a abordagem dos ASC pela Profa. Cristina, apresentamos nos QUADROS 6 e 7, adiante, um detalhamento das aulas em que a professora abordou os temas sociais durante o ano. Uma análise desses QUADROS revela que a abordagem pela professora dos ASC foi basicamente desenvolvida a partir da leitura de textos e da discussão de questões do livro *Química na Sociedade*, com a adoção, em algumas aulas, de outras estratégias como apresentação de vídeos. Observa-se ainda, que apesar da professora fazer uso de aulas expositivas interativas, como indicado no QUADRO 5, ela não usava essa estratégia para abordar os ASC. Nesse sentido, mais adiante iremos analisar apenas as estratégias usadas para a abordagem dos ASC.

QUADRO 6 - Temas do estudo de caso 1 abordados no 1º semestre²⁷

Tema	Aulas²⁸	Estratégias
Química na Sociedade	2ª	Discussão sobre o que é química?
		Redação individual sobre a Química na Sociedade
	3ª	Leitura de reportagens de jornais ou de revistas que os alunos procuraram em casa e depois comentaram em sala de aula
	4ª	Exibição de vídeo do telecurso 2000 sobre a importância da química ²⁹
	6ª	Aula expositiva interativa, usando um esquema no quadro dos principais problemas e avanços relacionados à química e discussão se a química é considerada ou não culpada pelos problemas sociais derivados de seu conhecimento
		Discussão das questões do texto: “Química e sociedade: a química deve ser vista como vilã?” ³⁰
Sociedade e tecnologia	7ª	Leitura do texto: “A sociedade moderna e o avanço tecnológico” ³¹
	8ª	Discussão das questões do texto
Lixo	9ª	Exibição do filme <i>Ilha das Flores</i> ³²
		Leitura do texto: “Lixo: material que se joga fora?” ³³
	10ª	Discussão das questões do texto da aula anterior
	11ª	Debate provocado pela professora a partir de um alagamento que ocorreu na escola, após um forte temporal

²⁷ Conforme relato da professora em suas entrevistas.

²⁸ A professora foi relatando as aulas que tinha dado desde o início do ano, mas em alguns casos era não tinha certeza se a atividade foi desenvolvida em uma ou em duas aulas. Como as aulas da turma do estudo de caso eram conjugadas, ficamos também em dúvida se a professora se referia a uma aula isolada ou a uma aula dupla.

²⁹ Telecurso 2000, 2º grau, Química, aula 01: Importância da química, fita 101. São Paulo, Fundação Roberto Marinho, s/d. 1 fita de vídeo (15 min), VHS, son., color.

³⁰ MÓL e SANTOS *et al.*, 1998a, p. 17-22.

³¹ *Ibid.*, p. 22-25.

³² Ilha das Flores. Jorge Furtado. Porto Alegre: Casa de Cinema, 1989. 1 fita de vídeo (13 min), VHS, son., color. (filme que questiona a situação de opressão de pessoas que vivem em lixões).

³³ *Ibid.*, p. 27-28.

QUADRO 7 – Temas do estudo de caso 1 abordados no 2º semestre

Tema	Data	Estratégias
Metais	02/08	Leitura do texto “Metais: materiais do nosso dia-a-dia” ³⁴
	16/08	Leitura de texto “A elaboração do modelo atômico de Dalton” ³⁵
	30/08	Cópia de questões sobre metais referentes ao vídeo que foi apresentado naquele dia
		Exibição do vídeo do telecurso 2000 sobre metais ³⁶
		Discussão dos exercícios do tema
Desperdício	13/09	Cont. da discussão dos exercícios do tema
	13/09	Leitura do texto: “A utilização de matéria-prima pela indústria” ³⁷
	20/09	Discussão das questões do texto da aula anterior
	27/09	Discussão da questão “responda antes de prosseguir”: “Onde é mais comum as pessoas desperdiçarem maiores quantidades de comida: em restaurantes pagos por quilo ou naqueles onde as refeições são servidas em porções? Por quê?”
	25/10	Leitura do texto “Evitando o desperdício de materiais por cálculos proporcionais” ³⁸
		Discussão das questões do texto

As aulas expositivas da professora eram caracterizadas, por uma exposição oral mediada por perguntas aos alunos, geralmente fechadas, que geravam padrões do tipo I-R-A, que comentaremos a seguir. Algumas vezes, a professora usava o quadro-negro com esquemas sintéticos do que estava explicando. As suas exposições eram feitas a partir do conteúdo do livro. Nesse caso, ao invés de ler o livro, a professora expunha o conteúdo e fazia menção a

³⁴ MÓL e SANTOS *et al.*, 1998a, p. 79-80.

³⁵ *Ibid.*, p. 91-93.

³⁶ Telecurso 2000, 2º grau, Química, aula 20: Metais – as vantagens da reciclagem, fita 103. São Paulo, Fundação Roberto Marinho, s/d. 1 fita de vídeo (15 min), VHS, son., color.

³⁷ *Id.*, 1998b, p. 7-8.

³⁸ *Ibid.*, p. 33-34.

tabelas ou conceitos chaves do livro. Geralmente, no entanto, a exposição era sempre conjugada com a leitura de trechos do livro.

A seguir apresentamos a análise discursiva das aulas em que houve abordagem de ASC, bem como dos diferentes aspectos relacionados as nossas questões de pesquisa. Essa análise é apresentada para cada estratégia de abordagem usada pela professora. Dessa forma, será possível visualizar como que estratégias diferentes propiciaram mudanças nas interações discursivas em sala de aula. Deve-se observar, no entanto, que muitos dos aspectos analisados em cada item a seguir foram marcantes nos episódios selecionados para a abordagem em questão, sem que isso de fato signifique que elas caracterizem esse tipo de abordagem.

2.1. Leitura de texto

As aulas de leitura de texto eram desenvolvidas com a professora segurando o livro na mão e fazendo leitura dos textos. Na maioria das vezes, ela mesma fazia a leitura em voz alta e, às vezes, solicitava um aluno para ler. Durante a leitura, normalmente, mudava a entonação de voz, dando ênfase às palavras e frases que desejava destacar.

O episódio um a seguir refere-se à leitura do texto “A elaboração do modelo atômico de Dalton” (*vide* anexo 2.1). Durante a leitura um aluno faz uma pergunta e a professora responde retomando a leitura e usando o recurso da entonação de voz para marcar a resposta.

Episódio 1 – Revolução industrial (aula 6, 16.08.1999, 21:20 h às 21:21 h)

1. **Profa.:** O que tem a ver com a Revolução Industrial? [a professora repete pergunta que um aluno havia feito].
[retorno da leitura]. A Revolução Industrial, a partir desses conhecimentos houve um desenvolvimento muito maior...
2. As indústrias começaram a investir na construção de laboratórios e na investigação científica. Para o conhecimento capitalista, o fundamental era aumentar a produtividade, ou seja, produzir cada vez mais com redução de custos [a professora dá uma ênfase às palavras neste trecho]. Assim foram feitos enormes investimentos científicos, os quais geravam resultados de aplicação imediata, aumentando o lucro dos empresários [ênfase outra vez]. Nesse período, a técnica e a ciência passaram a caminhar juntas, de modo que os resultados do conhecimento científico começaram a ser aplicados na indústria, e por sua vez a indústria começou a exigir o estudo de novos problemas. Com o desenvolvimento de novas técnicas demandadas pela indústria, outros conhecimentos surgiram, e assim a tecnologia foi influenciando o desenvolvimento da ciência e esta foi propiciando o crescimento daquela [fim da leitura].
Viu só como é que tem a ver uma coisa com a outra? O desenvolvimento da ciência foi auxiliando...

A leitura geralmente era intermeada por explicações da professora e por dois tipos de perguntas. Algumas são perguntas retóricas, nas quais a professora não dá tempo aos alunos para responderem, e que parecem cumprir a função de interromper a leitura e marcar um certo ritmo na atividade. O outro tipo de pergunta corresponde a questões fechadas que instauravam seqüências do tipo I-R-A, onde **I** indica a iniciação, por parte do professor, normalmente com uma pergunta, **R** a resposta do aluno e **A** a avaliação da resposta por parte do professor. Em muitas dessas seqüências, a participação do aluno consiste em completar uma lacuna deixada na fala da professora. Essa era a estratégia de interação com os alunos mais usada em sua leitura e também em suas aulas expositivas.

O conteúdo do texto do livro do episódio anterior é relativo ao desenvolvimento da teoria atômica de Dalton, como se pode verificar no anexo 2.1. O texto introduz a concepção de que a ciência se desenvolveu a partir das demandas exigidas pela indústria, apresentando a inter-relação entre desenvolvimento científico e tecnológico. Essa é uma das visões existentes sobre o que motiva a pesquisa científica e que possui interpretações diferenciadas entre diferentes filósofos e sociólogos da ciência, no que diz respeito à pesquisa básica e pesquisa aplicada. Apesar de o texto não apresentar a consideração de que essa era uma, dentre outras das interpretações existentes, ele permitiu a introdução de conhecimentos relativos à natureza da investigação científica e sobre as inter-relações entre ciência e tecnologia, contribuindo para a compreensão desses dois elementos básicos do letramento científico que aparecem em muitas das categorias de letramento científico e tecnológico (DeBOER, 2000; MILLER, 1983; RYDER, 2001).

Episódio 2 – Lei da Conservação da massa (aula 6, 16.08.1999, 21:25 h às 21:27 h)

1. **Profa.:** [leitura de texto do livro]. [...]. Muitas evidências científicas já tinham sido observadas, e diversos cientistas propuseram que a matéria era constituída por partículas. Essas, como na teoria de Demócrito e Leucipo, foram denominadas átomos. Dalton demonstrou que se nas reações químicas há conservação de massa é porque as massas dos reagentes não são destruídas, logo, algo se conserva durante a reação [fim da leitura]. Não é isso?
2. **A:** Isso.
3. **Profa.:** Lavoisier tinha dito que se há uma conservação de massa é porque a massa não é destruída, essa foi uma das conclusões a que Dalton chegou.
[retorno da leitura do livro]. Supondo, portanto, que a matéria é constituída por partículas, pode-se admitir que a massa é uma propriedade dessas partículas [fim da leitura]. Cada partícula contém massa, não contém?
[retorno da leitura]. Se a massa se conserva, significa que as

partículas se conservam durante a reação. Esse modelo gerava uma indagação: por que as substâncias são diferentes se elas são todas formadas por partículas? Dalton respondeu a essa questão demonstrando que substâncias diferentes teriam massas diferentes, ou seja, o que caracteriza as propriedades das substâncias seria a massa de suas partículas. Para ele, substâncias diferentes seriam constituídas por partículas de massas diferentes [fim da leitura].

Vocês vejam que ele está sempre aqui aproveitando a lei de Lavoisier. Se há conservação de massa é porque as partículas permanecem, elas não são destruídas. Se as substâncias diferentes são formadas por partículas diferentes você... Evidentemente as partículas têm que ter massas diferentes.

[retorno da leitura]. No caso de substâncias compostas, estas seriam constituídas por mais de um tipo de partícula, e as substâncias simples seriam constituídas por somente um tipo de partícula. Cada tipo de partícula seria um elemento químico. Portanto, elemento químico, segundo esse modelo, é um tipo de partícula que possui determinada massa. As partículas dos elementos químicos foram denominadas átomos [fim da leitura].

Então, cada elemento químico seria constituído por quê, gente, pelo modelo de Dalton? [pausa] Pelas partículas que tivessem a mesma...?

4. **AA:** Massa.

5. **Profa.:** Vocês vejam que o modelo dele está sempre [xxx] a quê?

6. **A6:** A massa.

Observa-se que ao final do turno um, a professora interrompe a leitura com uma pergunta retórica que aqui tem a função apenas de dar continuidade ao texto. Em seguida, no turno três, a professora introduz a sua explicação e continua a leitura, fazendo mais três interrupções para apresentar os seus comentários. Ao final desse turno, a professora introduz uma pergunta, a qual é re-elaborada, antes mesmo de os alunos tentarem responder, de forma a deixar uma lacuna para eles completarem, induzindo assim a que eles respondessem o que tinha acabado de ser dito. Os alunos respondem no turno quatro e a professora refaz a pergunta no turno cinco, expressando a sua concordância com a resposta (avaliação) que é reafirmada pelos alunos no turno seis.

Esse tipo de “texto” corresponde à predominância da função unívoca (MORTIMER, 1998; SCOTT, 1998), em que a participação dos alunos é altamente controlada pela professora e se reduz a completar lacunas na sua fala. Dessa forma, apenas o horizonte conceitual do livro e da professora está contemplado, pois essa não cria espaços, nesse tipo de estratégia, para que os alunos expressem suas “vozes”, seus próprios pontos de vistas, segundo seus horizontes conceituais.

O exemplo a seguir ilustra o mesmo tipo de seqüência I-R-A, agora em resposta a uma questão “responda antes de prosseguir”, que aparecem com freqüência nos textos do livro *Química na Sociedade*. Como veremos a seguir, esse tipo de questão normalmente era mais aberta e propiciava uma maior interação entre a professora e seus alunos. No entanto, na interação descrita no episódio abaixo, predominam as seqüências I-R-A, em que o aluno deve responder a uma pergunta fechada da professora e não simplesmente completar uma lacuna em sua fala. O episódio três refere-se à leitura do texto “A utilização de matéria-prima pela indústria” (*vide* anexo 2.2).

Episódio 3 – Matéria-prima (aula 10, 13.09.1999, 21:13 h às 21:16 h)

1. **Profa.:** [leitura de uma questão do livro]. Cite as matérias-primas utilizadas para produzir o que tem ao seu redor [fim da leitura]. Analisando aqui o que nós temos ao nosso redor, vocês poderão citar alguma matéria-prima?
2. **A2:** Madeira.
3. **Profa.:** Madeira.
4. **A2:** Papel, [xxx].
5. **Profa.:** Papel? O que é a matéria-prima do papel?
6. **A:** Caderno.
7. **Profa.:** Qual é a matéria-prima? De que é feito o papel?
8. **A2:** Celulose. Celulose.
9. **Profa.:** Celulose. Origem vegetal, não é isso? Que mais, só isso?
10. **A2:** Ferro da carteira.
11. **Profa.:** Ferro da carteira. O que é a matéria-prima aí?

12. **A2:** Ferro.
13. **Profa.:** Ferro.
14. **A2:** Aço.
15. **Profa.:** Aço.
16. **A3:** Minério.
17. **Profa.:** Minério. Minério... de ferro é a matéria-prima. O que mais?
18. **A3:** As janelas, os vidros.
19. **Profa.:** As roupas, né? Qual é a matéria-prima. Algodão, só algodão?
20. **A1:** Não.
21. **A5:** [xxx].
22. **Profa.:** O algodão é um... Quê mais?
23. **A5:** Ah! Eu vi ontem no Fantástico... [A5 estava copiando exercício de outra matéria, pára e se manifesta sobre o assunto].
24. **Profa.:** Quê mais? [xxx].
25. **A5:** [xxx].
26. **A:** Silicone.
27. **A:** Alguma coisa assim...
28. **A5:** Tem [xxx]. Tem mau cheiro... [xxx].
29. **Profa.:** Exatamente. O Fantástico ontem mostrou não é? As roupas da... daí... da... da... [xxx]. [...]. Aquelas roupas lá não são mais de algodão com outra matéria-prima, né? São feitas de quê? [###]. Quê mais, gente?
30. **A1:** Eu não assisti não.

Nesse exemplo, as estratégias usadas pela professora para avaliar a fala do aluno são diversas. Ela repete a resposta que foi dada pelo aluno (turnos 3, 9, 13, 15, 17 e 22), quando essa resposta é satisfatória. Quando a resposta não é satisfatória, ela pode considerá-la no mesmo turno, formulando uma nova pergunta, que indica que a resposta não foi satisfatória (turno cinco), ou simplesmente ignorar a resposta e repetir a pergunta (turno sete). Essas diferentes estratégias de avaliar a resposta dada pelos alunos confirmam outros estudos disponíveis na literatura que descrevem o mesmo tipo de padrão I-R-A (por exemplo, EDWARDS e MERCER, 1987; MORTIMER e MACHADO, 1997, 2000 e 2001).

Nos turnos 21 a 24, um aluno estabelece relação entre aula e um programa de televisão. Isso mostra uma característica marcante da introdução de

ASC, que é permitir que o aluno introduza outras questões de seu cotidiano na aula. No presente estudo de caso, foram identificadas 25 situações em que os alunos introduziram exemplos de vivências do cotidiano deles, comentando sobre programa de televisão, fatos ocorridos com familiares ou vivenciados por eles mesmos. Isso, ao mesmo tempo em que permite que o professor possa esclarecer dúvidas para o aluno, também se configura em uma dificuldade, pois muitas vezes os professores não estão em condições de naquele momento explicar o conteúdo em questão, como aconteceu em aula que será descrita mais adiante.

A introdução de fatos do cotidiano pelos alunos possibilita que as discussões de sala de aula se aproximem de problemas da vida real, como é recomendado nos currículos CTS, conforme discutimos no capítulo um. Isso também aproxima da proposta de Freire de a educação ser mediada pelo contexto de vida dos alunos. Para isso, o professor precisa decodificar tais conhecimentos em um processo dialógico (FREIRE, 1967), processo esse que nem sempre foi desenvolvido, mas que foi iniciado em diversos momentos, conforme demonstramos a seguir.

Uma outra estratégia de interação com os alunos, usada pela professora durante a leitura de textos, que abria mais espaço para a participação, era a discussão das questões “responda antes de prosseguir”, que permeiam os textos do livro *Química na Sociedade*. Nessa ocasião, a professora parava a leitura e ouvia as respostas dos alunos, seguindo assim a orientação do livro. A transcrição a seguir ilustra como os alunos participavam quando haviam questões desse tipo. O episódio refere-se ao texto “Medidas: um processo racional de

controle” (vide anexo 2.4). No início, uma aluna está fazendo a leitura do texto em pé, próximo a sua própria carteira. Nem todos os alunos têm o livro e alguns acompanham o texto, prestando atenção na leitura da colega.

Episódio 4 – Desperdício na construção civil (aula 19, 25.10.1999, 20:14 h às 20:18 h)

1. **A3:** Verificamos anteriormente a importância do uso de medidas. Para essa utilização é fundamental que saibamos fazer cálculos, contar e medir. Pois, do contrário, teremos grande desperdício de materiais. A falta de cálculo mais preciso na construção civil tem gerado enorme desperdício de matéria de construção. O que se desperdiça de materiais, por exemplo, na construção de um edifício de seis andares quase dá para construir um outro de dois pavimentos [fim da leitura].
As perguntas é pra responder?
2. **Profa.:** É. Responda antes de prosseguir.
3. **A3:** [retorno da leitura]. Responda antes prosseguir. Enumere as possíveis causas para o desperdício na construção civil.
4. **Profa.:** Pera aí, espera. Vocês saberiam... é enumerar pessoal as possíveis causas para o desperdício na construção civil?
5. **A6:** Quando faz o cimento, massa isso aí é normal.
6. **Profa.:** Quando faz o cimento, a massa.
7. **A3:** Tijolo quebra muito.
8. **A6:** Se não colocar a cerâmica, se não souber cortar direito aí vai desperdiçar a mesma coisa.
9. **A3:** Aprender o assentamento da cerâmica, né? [xxx]. Aí erra uma cerâmica errou tudo.
10. **A6:** A instalação, saber puxar o fio [xxx].
11. **A3:** É justamente como ele tá falando professora, se não medir direito, não ter controle de medir direito, né? Como vai colocar [xxx].
12. **A:** A areia.
13. **Profa.:** Oi?
14. **A:** A areia.
15. **Profa.:** A areia, que, que tem a areia?
16. **A:** Desperdiça muito.
17. **Profa.:** Desperdiça a areia.
18. **A6:** Deixar lá fora.
19. **A7:** [xxx].
20. **Profa.:** Então vocês atribuem isso aí a falta de medida prévia? Medir antes de comprar, é isso?
21. **A6:** Comprar um caminhão de ferro aí vai fazendo, fazendo assim. Aí sobra. Porque [xxx] não o limite certo prá você comprar o ferro assim prá você aproveitar, a não ser se você soldar o ferro. Só assim.
22. **Profa.:** Então seria assim, o cálculo antes de comprar?
23. **A:** Isso.

- 24. **Profa.:** Prá comprar a quantidade...
- 25. **A7:** Geralmente pra fazer um pouquinho ali, um pouquinho aqui e começa. Uma pessoa compra três metros, outra compra cinco [xxx] é melhor sobrar do que faltar.
- 26. **A6:** Mas às vezes compra o tanto certo lá, mas acaba sobrando.
- 27. **A3:** Professora, hein professora, mesmo assim que a pessoa compra o tanto certo, como o pessoal, de qualquer maneira muitas vezes é destruído, um certo pouco de material, um pouco. Então muitas pessoas previne no caso de acontecer já tem ali guardado, e outros compra a quantia acaba quebrando aquela pecinha, ele vai lá e tem que comprar mais.
- 28. **Profa.:** Você fala a questão do desperdício em função do, de uma margem que tem que ter a mais por acidente acontece. O material quebra realmente, acidente acontece, então, o material quebra e isso aí tem que ser previsto.
- 29. **A3:** Sempre acontece, né?
- 30. **Profa.:** Agora você citou a questão da massa. O que que você falou?
- 31. **A6:** Sempre sobra massa, já rebocou tudinho, fez o que tinha prá fazer e sobra massa.
- 32. **Profa.:** E aí?
- 34. **A6:** Aí ela endurece e tal.
- 35. **Profa.:** Endurece e perde.
- 36. **A6:** É.

Após a questão “responda antes de prosseguir”, no turno três, os alunos fizeram 19 intervenções, respondendo a questão solicitada. No turno quatro, a professora repete a questão do livro, sinalizando claramente a sua identificação com a condução desse tipo de atividade, sugerida pelo livro. Geralmente, isso se repetia em questões desse tipo. Dessa forma, podemos dizer que a professora seguia a estratégia recomendada pelo livro e conseguia, com isso, interagir com os alunos, permitindo que eles expressassem as suas concepções. Essas intervenções ocorriam, em geral, com a participação de quatro a seis alunos – quase sempre os mesmos.

O propósito evidente do texto do livro é conduzir o aluno a identificar a importância de cálculos proporcionais. O desperdício de material proveniente da preparação de massa e o de cálculos prévios seriam os temas que estariam

vinculados ao texto em questão. Observa-se que quando os alunos se referiram a esses exemplos (turnos 5, 11, 12, 14, 16, 18 e 21), a professora deu prosseguimento à fala dos mesmos (turnos 6, 13, 15, 17, 20, 22 e 24). Os alunos sugeriram outros fatores que afetam o desperdício (turnos 5, 6, 7, 8, 9, 10, 25, 26 e 27) que não tiveram a mesma resposta da professora.

No turno 27, quando um aluno requisita a atenção da professora (“Professora, hein professora, mesmo assim que a pessoa compra o tanto certo, como o pessoal, de qualquer maneira muitas vezes é destruído, um certo pouco de material, um pouco. Então muitas pessoas previne no caso de acontecer já tem ali guardado, e outros compra a quantia acaba quebrando aquela pecinha, ele vai lá e tem que comprar mais”.) e apresenta um outro argumento, ela aceita a fala do aluno no turno 28, mas logo em seguida, nos turnos 30 e 32 (“Agora você citou a questão da massa. O que que você falou? Profa.: E aí?”), já redireciona a questão para o foco central do texto: cálculos proporcionais.

Esse episódio evidencia que a professora tinha conhecimento preciso das intenções do livro e que ela conduzia a participação dos alunos de maneira seletiva, de forma a privilegiar as idéias que seguiam o sentido do texto didático e a desconsiderar as demais. Um aspecto importante a ser ressaltado é que, nesses momentos, aumenta a interação da professora com os alunos, e a participação desses não mais se limita a completar lacunas deixadas na fala da professora, como vimos na estratégia de interação anterior.

Apesar de se tornarem mais interativas, essas seqüências ainda não poderiam ser caracterizadas como dialógicas (MORTIMER e SCOTT, em preparação), pois a função do texto, pelo menos o que está sendo elaborado pela

professora em conjunto com os estudantes, continua sendo unívoca. Isso é evidenciado pelo fato de a professora unicamente considerar as respostas que correspondem ao seu horizonte conceitual, que é na verdade definido pelos significados que são abordados no livro utilizado. Assim, quando as contribuições dos alunos são diferentes desse significado central (no caso, a importância das medidas para evitar o desperdício), a professora tende a simplesmente ignorá-las ou considerá-las rapidamente e voltar ao tema principal.

Nesse episódio os alunos trouxeram várias idéias, como contribuições que não correspondiam ao que estava planejado. Na seqüência representada pelas falas dos turnos cinco a dez, os alunos oferecem várias idéias que não são sequer consideradas pela professora, pois não coincidem com o que estava planejado (“tijolo quebra muito”; “se não colocar a cerâmica, se não souber cortar direito aí vai desperdiçar a mesma coisa”; “aprender o assentamento da cerâmica, né? [xxx]. Aí erra uma cerâmica errou tudo”; “a instalação, saber puxar o fio [xxx]”). A professora, na primeira oportunidade (turno 20), retoma a questão da necessidade de se fazerem medidas prévias antes de comprar os materiais de construção. Novamente, nos turnos 25 ao 36, os alunos trazem outra contribuição, de que é necessário comprar mais material para lidar com desperdícios que são inevitáveis. Nesse caso, a professora aceita os argumentos (turnos 28 e 30), mas não dá prosseguimento a essas falas.

Esses aspectos reforçam resultados relatados previamente na literatura (MORTIMER e MACHADO, 1996), que evidenciam o dilema vivido pelos professores que adotam metodologias mais interativas, entre “dar voz ao aluno” e seguir o planejamento prévio. No episódio analisado, a professora privilegia

claramente o planejamento, tendendo a não considerar as contribuições que estão fora dele na elaboração de seu “texto”. Isso conduz a produção de textos unívocos, onde um único horizonte conceitual – o do professor e do livro didático – é considerado. Isso pode ter resultado em que muitas das formas de pensar dos alunos, por não terem sido contempladas e/ou questionadas, permaneceram inalteradas. Dessa forma, muitas vezes não há estabelecimento de relações entre os ASC que estavam sendo discutidos e as concepções dos alunos.

É interessante notar que, apesar de não contemplar completamente as falas dos alunos que não estão de acordo com o planejado, a professora também não descarta totalmente essas contribuições. Isso parece ter um efeito sobre a dinâmica das interações, pois os alunos não deixam de oferecer suas contribuições, mesmo que a professora não as contemple no seu discurso.

Essa é uma característica dominante nas formas de interação “mais abertas” que a professora estabelece com seus alunos, e que vai se repetir em quase todas as ocasiões em que o livro propõe questões “responda antes de prosseguir”. Como veremos mais adiante, esse mesmo tipo de interação também aparece nos episódios que acontecem por ocasião das “questões para discussão” propostas pelo livro, apesar de nesses casos não serem a única forma de interação.

A seguir apresentamos um outro exemplo de interação em que a professora considera as idéias de forma seletiva, para mostrar que isso é predominante na discussão de questões “responda antes de prosseguir”. O episódio ocorreu durante a leitura do texto “Medidas: um processo racional de controle” (*vide* anexo 2.3). A análise desse episódio também permitirá a

visualização de outros aspectos da dinâmica de interações que a professora instaura com seus alunos que são relevantes para a análise que estamos empreendendo. O episódio inicia com a professora em pé, próxima ao primeiro aluno, com o livro na mão. Ela estava comentando o texto que os alunos ficaram de ler em casa e naquele momento, passa a ler uma questão “responda antes de prosseguir”.

Episódio 5 – Desperdício em restaurantes (aula 13, 27.09.1999, 20:17 h às 20:35 h)

1. **Profa.:** A Nós temos uma questão aí que diz o seguinte, onde é mais comum as pessoas desperdiçarem maiores quantidades de comida: em restaurantes pagos por quilo ou naqueles onde as refeições são servidas em porções? Por quê?
2. **A2:** Porque, comendo ou não ele tá...
3. **A3:** Não. É porque o prato que ele pôs tá muito cheio...
4. **AA:** [###]. [vários alunos dão opiniões ao mesmo tempo].
5. **Profa.:** Tá, esses, esses restaurantes. Gente, é... têm aqueles que paga dois e noventa e nove e como o quanto você quiser, é tem aquele que você coloca no prato e pesa, né?
6. **A2:** [xxx].
7. **Profa.:** Como é que é? Gente, vamos centralizar aqui, vamos falar um de cada vez, senão fica complicado e a gente...
8. **A1:** Não professora, eu acho que mesmo. Porque a pessoa compra e come aquilo ali nem come tudo e...
9. **A2:** Não, porque na maioria das vezes, eu, por exemplo, coloco a quantidade certa e não consigo...
10. **A2:** Eu vou pagar oito reais numa porção e não vou comer tudo?
11. **Profa.:** Você sempre que compra em *self-service* você come tudo que você coloca no prato?
12. **AA:** Não.
13. **A1:** Nem tudo.
14. **Profa.:** Nem tudo. O que acontece é que a gente tem uma variedade muito grande de comida.
15. **A3:** Aí coloca demais e fica cheio.
16. **Profa.:** Aí a gente quer colocar um pouquinho de cada coisa quando você vê o prato tá muito cheio e você não consegue.
17. **A1:** É [xxx] por quilo, não é por quilo [xxx]. É o prato põe um montão assim e não consigo comer nada.
18. **Profa.:** Então a questão é o seguinte, os restaurantes estão aí criando multa pra quem deixa resto de comida no prato.
19. **A3:** Sabe nesse de um e noventa e nove que tem ali, lá você paga um e noventa e nove e come um montão, mas se deixar paga o dobro.
20. **Profa.:** Se deixar resto paga o dobro. O quê que vocês acham

sobre essa questão da multa aí?

21. **AA:** Eu acho certo. Eu acho errado. [fala simultânea dos alunos com opiniões contrárias].
22. **A:** Você tá pagando.
23. **Profa.:** Pera aí gente, espera aí. Um de cada vez.
24. **A4:** E se a comida não tiver gostosa?
25. **A2:** Aí você reclama.
26. **A5:** Espera aí gente.
27. **Profa.:** Um de cada vez porque senão eu não consigo entender o que vocês estão falando.
28. **A6:** Lá tava lá um e noventa e nove, isso mesmo. Aí a partir de três pedaços de carne diferente, carne de peixe, galinha ou carne assim... paga dois e noventa e nove. Aí ele colocou três pedaços de carne só que não leu o negócio. Aí o cara cobrou dois e noventa e nove, aí ele falou por quê? É um e noventa e nove. Aí ele falou três pedaços de carne dá dois e noventa e nove, o cara ficou tão bravo, então, tá. Aí ele foi lá encheu o prato mais ainda, sabe? Agora sim, agora dá dois e noventa e nove. Aí depois ele trocou a placa e colocou assim dois e noventa e nove agora à vontade. [xxx].
29. **Profa.:** Então ele deixa o cliente a vontade.
30. **A6:** [xxx].
31. **Profa.:** Tá, e a questão da multa o que vocês acham?
32. **A3:** Não, por um lado professora, é tipo assim, alerta mais as pessoas, porque tem muita gente também que coloca muita comida mais que, né?
33. **A:** Tem o olho maior do que a barriga.
34. **Profa.:** Qual que é a questão do peso, gente? Está em evidência é o desperdício. Esse desperdício quando o dono da empresa, dono do restaurante coloca essa multa. Ele tá preocupado com o quê?
35. **A3:** Com a fome? Não, ele tá preocupado é com o lucro dele.
36. **Profa.:** O lucro dele não é isso?
37. **AA:** É.
38. **Profa.:** O lucro dele pode diminuir se o desperdício aumentar demais, não é isso? Então ele pode diminuir o custo...
39. **A3:** Ganhar em cima da multa.
40. **Profa.:** E manter o seu lucro podendo não reduzir o seu lucro. Agora nós analisamos assim em termos social a questão do desperdício?
41. **A2:** Não é questão de ética não?
42. **Profa.:** Por quê?
43. **A2:** É questão de ética.
44. **A1:** Não é não professora.
45. **Profa.:** Enquanto. Oi?
46. **A7:** Na hora que a gente tá pagando lá, não tá pesando o prato também... [###].
47. **Profa.:** Tá, então você acha que, você acha que você paga com seu dinheiro você come ou não come não tem problema?
48. **A8:** É eu também acho.
49. **A7:** Ele paga a quantidade que ele já pesou. A comida tá paga [xxx].

50. **A1:** A pessoa vai ao restaurante e leva o saquinho, o que você não vai comer você joga no saquinho [xxx]. [aluna faz gesto de quem está pegando a comida do prato e colocando no saquinho].
51. **Profa.:** Tá, então, é o seguinte ele poderia comer mais e desperdiçar menos, ele poderia guardar aquela comida, pode congelar, pode aproveitar a carne, a carne de um prato pode ser feita uma farofa no dia seguinte, né? Não é isso que você faz na sua casa? O restaurante também pode fazer isso, né? Então quando ele coloca. [enquanto a professora fala, A9 está sentada na carteira da professora, comprando lanche de uma aluna que o vendia todos os dias na hora do intervalo].
52. **A:** [xxx] a comida do nosso prato?
53. **Profa.:** Não é do nosso prato.
54. **A7:** A gente vai comer a comida não tá boa aí [xxx].
55. **A:** A comida de outro dia.
56. **Profa.:** Sim, mais aí a gente teria que analisar outro lado, o que eu tô querendo colocar agora é a questão do desperdício. Que quando o dono lá do restaurante cria a multa, ele tá criando prá preservar o seu lado. Agora em termos sociais como é que a gente vê essa questão do desperdício? Como é que vocês vêem isso?
57. **A2:** Eu acho um desperdício muito grande, falta de educação.
58. **Profa.:** Falta de educação.
59. **A1:** Não professora as pessoas sabem quando tá desperdiçando aquilo ali.
60. **Profa.:** Pois é, na reportagem falou...
61. **A3:** Você também tem que ter noção, se você coloca a comida no prato, você coloca a quantidade que você vai dar conta de comer, né? Mas o pessoal tem um olhão. Eles pensam assim, eu tô pagando e joga a comida no lixo...
62. **Profa.:** Levando a coisa para um nível maior, vocês viram uma reportagem que passou domingo atrasado, foi no fantástico sobre essa multa do restaurante? Que o quanto se desperdiça de comida no Brasil, daria prá alimentar milhares de pessoas num dia. Não só no restaurante, lá no verdurão.
63. **A3:** Todo tipo de alimento, né?
64. **Profa.:** Todo tipo de alimento.
65. **A5:** Na própria casa.
66. **Profa.:** Na própria casa, né? Então a questão que a gente tem que levar não é só a questão que eu pago ou não pago ou do cara tá querendo lucrar, é a questão do social. Outro dia eu parei aqui do lado do Planaltão [nome de um supermercado], eu tava dentro do carro e o caminhão do lixo parou, né? Prá recolher o lixo. Então o rapaz vinha lá de dentro com as caixas é cheia de produto...
67. **A:** Que perdeu a validade. Ou então tá machucado.
68. **Profa.:** Que perdeu a validade. Eu imaginei assim, muita coisa que aparentemente eu olhando de longe tava em condições de ser consumida. Então eles pegavam aquelas caixas de frango congelado que eles tavam jogando dentro do caminhão. Tinha 3 crianças do lado esperando prá catar alguma coisa, então quando o cara virou a caixa cada um correu e pegou um frango

aí veio o rapaz do Planaltão, lá do mercado com pau na mão e correu atrás dos meninos, eu não sei se era brincadeira dele, eu não sei o que aconteceu porque eles viraram a esquina. Então de repente, a questão é que de repente aquela comida perdeu a validade, mas ainda tá boa prá ser consumida. Nem tudo que perde a validade de um dia pro outro já tem que ser jogado fora no dia. [somente alguns alunos prestam atenção no que a professora fala].

69. **A2:** Eu acho que tem até um prazo além.
70. **A7:** Antigamente não tinha esse negócio de validade.
71. **Profa.:** Então acontece que ali o produto não pode ficar na prateleira porque senão o dono vai ser multado. Tem que ser retirado.
72. **A1:** Quando tivesse perto de vencer aquilo ali, eles recolhiam e doavam.
73. **A5:** Doava, isso mesmo.
74. **A3:** Igual a [xxx] eles fazem um trabalho muito bonito, tem muita verdura e fruta que sobra dos caminhões então às vezes tá machucada. Então o quê que eles fazem? Eles juntam e fazem um monte de cesta, cesta eles colocaram como cesta válida. Aí toda segunda, toda segunda e sexta lá é cheio de gente pegando a cesta, pegando caixa, pega e leva tudo. Aí eu tava conversando com o rapaz que trabalha lá que é meu colega. Ele falando que não estraga nada lá, tudo, tudo assim que machuca, sabe? Qualquer que tem o pessoal pega.
75. **Profa.:** Nós sabemos que algumas empresas e ela tá citando uma, faz isso, agora quantas empresas grandes que poderia fazer o mesmo e não faz. Isso nós fazemos alguma coisa nesse sentido com o resto da nossa casa?
76. **AA:** Não.
77. **Profa.:** Ou dentro da nossa casa?
78. **AA:** Não.
79. **Profa.:** Aquilo que não serve mais, a gente faz isso?
80. **A5:** Ô professora, lá no interior é assim, principalmente em Minas, é tipo assim. A comida que sobra é jogada pros animais, pros porcos, galinha.
81. **A3:** Não, ela tá falando pessoa, animal come só o resto do prato.
82. **A:** É.
83. **A3:** Mas tem muita comida limpa que sobra na panela da gente mesmo e a gente joga fora.
84. **Profa.:** Ô gente vocês lembram daquele filme que nós vimos lá no início do ano? Lembra o filme na ilha das flores. Lembram da *Ilha das Flores*? Vocês lembram daquele filme. Pessoas comendo restos dos porcos. Quê que o lixo do supermercado que vai para o caminhão do lixo, poderia muito bem ser aproveitado por pessoas.
85. **A1:** O lixeiro quando eles passam a pessoa joga alguma coisa boa fora, eles jogam por cima do caminhão. O meu tio era lixeiro, lixeiro não, ele é catador. Na usina era tanta coisa, ele pegava assim as coisas assim e jogava lá dentro ele fuçava tudo e vendia lata, separa lá e [###].

86. **Profa.:** É, então inclusive [xxx] um filme que a professora comentou, a questão do frango assado. Frango assado que não vende no dia é jogado no lixo e poderia ser doado, né? Prá entidade carente. Então esse trabalho o empresário, ele poderia [###]. Agora, quando a gente fala que o empresário poderia, nós também podemos fazer alguma coisa nesse sentido como nós podemos ajudar, será que nós fazemos? [alunos estão dispersos, conversando bastante].
87. **A:** Não.
88. **Profa.:** Aí que tá a questão, cada um faz, outro faz, podemos passar a fazer, né? Então é questão prá gente colocar no nosso pensamento, né? Essa preocupação.
89. **A3:** Ô professora tem um desses donos de padaria [xxx]. [os alunos ainda continuam com conversa paralela atrapalhando a colega falar].
90. **Profa.:** É, então, vamos lá pessoal é o seguinte, voltando aqui agora no nosso texto, nós temos aqui a questão das medidas. Então é claro que nós fazemos várias medidas no nosso dia-a-dia, por exemplo, o que você mede diariamente? [somente alguns alunos que sentam na frente participam da aula].
91. **AA:** Mede?
92. **Profa.:** É, as medidas você faz várias medidas no dia-a-dia.
93. **A3:** O leite.
94. **A2:** Medida de costume?
95. **Profa.:** É, quantidade de materiais.
96. **A1:** O arroz.
97. **A2:** A quantidade de copos de arroz que eu vou usar fazer prá família.
98. **Profa.:** Exatamente, o arroz que você vai fazer.
99. **A1:** O café.
100. **Profa.:** O café. Quando você mede a quantidade de açúcar, quanto de pó de café, não é isso? Quando você almoça no restaurante você mede o seu prato.
101. **A1:** Você calcula, né professora? O tanto que você tá com fome.
102. **Profa.:** Exatamente. Então a quantidade de materiais elas são medidas, elas são medidas através do que nós chamamos de grandeza, quem está com o livro acompanha na página 9. Como é que nós podemos definir uma grandeza?
103. **A1:** É um atributo ou qualidade que pode ser medida de alguma forma.
104. **Profa.:** Então a grandeza é um atributo do universo físico que pode ser medida de alguma forma. E nós temos três grandezas básicas quando nos referimos a quantidade de matéria, que é massa, volume e quantidade de objeto. Por exemplo, quando você compra arroz, você compra arroz em que grandeza que ele é medido?
105. **AA:** 5 quilos.
106. **Profa.:** A grandeza é a massa que a gente expressa em quilos, em gramas não é assim? Quando você compra ovos, você compra o quê?
107. **A:** Dúzia.

108. **Profa.:** Dúzia, não é isso? Então você compra ovos em qual grandeza? Em quantidade de objeto. Quantos ovos? Doze ou seis, né? Meia dúzia, uma dúzia. E quando você compra água?
109. **AA:** Litro.
110. **Profa.:** Você compra em...?
111. **A:** Litro.
112. **Profa.:** Litro é a unidade da grandeza
113. **A2:** Água. [os alunos dão risada do que A2 disse].
114. **Profa.:** Qual a grandeza?
115. **A1:** Volume.
116. **Profa.:** Então cada grandeza. Gente, cada grandeza tem uma unidade de expressão. A massa é medida em quilo, grama, tonelada. O volume é medido em litro, não é? Que mais? Qual é uma outra unidade volume? Só tem litro.
117. **A:** Óleo.
118. **Profa.:** Não, unidade de medida na grandeza volume.
119. **A:** mL
120. **Profa.:** mL, mililitros. Que mais? Centímetro cúbico também é uma unidade de medida de volume, não é?
121. **A:** É.
122. **Profa.:** Não é?
123. **A2:** Quadrados também.
124. **Profa.:** Então essas unidades elas vem sempre acompanhadas de um número, aliás dessas grandezas, vem sempre acompanhada de um número e uma unidade não é isso? Por exemplo, o arroz é 5 quilos, número 5 e unidade quilo. É aí na página 10. Psiu! Gente vocês estão com conversa paralela. Gente. [a conversa paralela continua, atrapalhando a aula].
125. **A1:** Todo mundo querendo passar de ano. [ao falar A1 vira para traz e bate palma para chamar a atenção dos colegas que estão conversando].
126. **Profa.:** Olha só aí na página 10 nós temos aí uma tabela que mostra a grandeza é com sua unidade de medida e o símbolo da unidade. Então nós temos unidade a grandeza comprimento, massa, volume, número de [xxx]. Nós temos a unidade de medida metro, quilograma, litro, [xxx] e milheiro. Cada uma com seu símbolo na frente. Aí em baixo tem algumas questões e eu gostaria que vocês calculassem.
127. **A3:** Ô gente, ó o respeito. [a conversa aumenta cada vez mais].

Como acontece em muitos dos episódios, no turno cinco, a professora re-elabora a questão do livro, de modo a torná-la mais próxima da realidade dos alunos, o que reflete a intenção da professora em aumentar a participação desses. Essa questão relaciona-se a uma situação de vivência dos alunos que são trabalhadores e diariamente pagam refeição. De imediato a questão ensejou

a participação dos alunos que prontamente começaram a falar, todos ao mesmo tempo. Nesse dia, além de intervenções isoladas de alunos não identificados, houve a participação ativa de oito alunos na discussão. Em diversos momentos a discussão fica mais intensa, com a participação simultânea de vários alunos querendo emitir suas opiniões (turnos 4, 7, 21 e 23) e o debate se estende ininterruptamente durante 23 minutos (dos quais apresentamos a transcrição de 18 minutos) com várias intervenções dos alunos, que inserem uma série de outros aspectos.

Tudo isso é um indicador de que assuntos da vivência do aluno podem aumentar o envolvimento da turma nas discussões. Todavia, é fundamental entender o que estaria motivando o envolvimento daqueles alunos, conforme discutiremos mais adiante na análise do engajamento dos alunos (item 3.6).

A questão em discussão foi inserida com o objetivo de mostrar para o aluno a necessidade de se fazer medidas para evitar o desperdício. No episódio cinco, apesar de os alunos fazerem comentários sobre uma série de questões relativas à comercialização das refeições nos restaurantes, como preço, relacionamento freguês-comerciante, lucro e ética, a professora, aqui como no episódio anterior, busca seletivamente dar prosseguimento às falas que conduzem à idéia do desperdício que está relacionada com as medidas. Para isso, ela introduz a questão da multa nos turnos 18 e 20, que permitem o retorno da discussão para o foco do desperdício.

Essa questão sinaliza um aspecto interessante da estratégia usada pela professora para envolver os alunos na discussão. Se analisarmos como a professora vai re-elaborando a questão inicial, proposta pelo livro (“onde é mais

comum as pessoas desperdiçarem maiores quantidades de comida: em restaurantes pagos por quilo ou naqueles onde as refeições são servidas em porções? Por quê?”), veremos que ela, primeiramente, adota a estratégia de traduzir a questão em termos mais próximos à vivência dos alunos, algo que já comentamos (turno 5: Profa.: “Tá, esses, esses restaurantes. Gente, é... tem aqueles que paga dois e noventa e nove e como o quanto você quiser, é tem aquele que você coloca no prato e pesa, né?”). Depois, ela formula outras questões que, de certa forma, decompõe a pergunta central em perguntas que os alunos têm mais facilidade em manejar (turno 18: Profa.: “Então a questão é o seguinte, os restaurantes estão aí criando multa pra quem deixa resto de comida no prato”). Poderíamos dizer, citando BRUNER (1985), que a professora “desempenha a função crítica de “adaimear”³⁹ a tarefa de aprendizagem, de torná-la possível para a criança” (p. 25). Ele esclarece que essa tarefa de adaimear consiste em “reduzir o número de graus de liberdade que a criança tem que manejar na tarefa” (*ibid.*, p. 29). A noção de aprendizagem por andaime⁴⁰ é uma contribuição de BRUNER para a discussão do conceito de zona de desenvolvimento proximal, de Vygotsky (MORTIMER e CARVALHO, 1996).

A professora adota esse mesmo procedimento em quase todas as seqüências interativas que se seguem às questões “responda antes de prosseguir” e às “questões para discussão”. Na maioria das vezes ela é bem sucedida, pois suas questões intermediárias propiciam a participação mais intensa dos alunos.

³⁹ *Scaffolding* no original em inglês.

⁴⁰ *Scaffolding learning* no original em inglês.

No entanto, essa estratégia faz parte da elaboração do texto unívoco em torno dos temas definidos pelo livro *Química na Sociedade* e acaba tendo um efeito contraditório, justamente por implicar na não consideração das questões que os alunos estão trazendo para o debate. Na seqüência do episódio, entre os turnos 21 e 30, os alunos começam a emitir opiniões diferentes a respeito da questão posta pela professora. Quando a professora, porém, no turno 31, redireciona a discussão para a multa ela acaba abortando o debate que já estava em curso. Essa é uma dificuldade na abordagem de ASC por parte dessa professora: ela tem dificuldades em explorar as opiniões diferentes dos alunos sobre um mesmo aspecto, que fogem do planejado. Isso aconteceu nesta aula e, de certa forma, em outras em que os ASC em discussão propiciaram que os alunos participassem trazendo novas questões para o debate.

Apesar das intervenções da professora no sentido de centralizar o debate, os alunos continuam apresentando diferentes opiniões. A professora, porém, deixa claro no turno 56 que a questão central a ser discutida é do desperdício. Nesse momento, então, nos turnos 57 a 61, os alunos passam a apresentar aspectos relativos ao desperdício, e a professora finalmente consegue fazer com que os alunos entrem no discurso do texto que ela estava construindo.

Os alunos dão prosseguimento ao diálogo com a professora nos turnos 69 a 89, discutindo a questão do desperdício de alimentos, introduzida por ela no turno 68.

Após conduzir os alunos para a questão do desperdício, a professora com facilidade, no turno 90, redireciona a aula para a questão das medidas (Profa.: “É, então, vamos lá pessoal é o seguinte, voltando aqui agora no nosso

texto, nós temos aqui a questão das medidas. Então é claro que nós fazemos várias medidas no nosso dia-a-dia, por exemplo, o que você mede diariamente?”). Os alunos apresentando exemplos de medidas relativas ao tema refeição que estava em discussão (turnos 93, 96, 99 e 101), pouco a pouco, vão se movendo para o conteúdo químico. O texto do livro faz o mesmo processo: relaciona a questão do preço do restaurante com a necessidade de se fazer medidas.

Observe-se ainda que, no episódio cinco, a professora, apesar de manter uma interação com alguns alunos, não consegue a atenção de toda a turma, cuja boa parte está com conversa paralela, atrapalhando a aula (turnos 86, 89, 124, 125 e 127). Isso nos remete a consideração de que a questão possibilitou o envolvimento de parte da turma sem ter envolvimento de todos, o que nos permite defender a tese de que a introdução de ASC contribui para o envolvimento de alguns alunos, mas não implica necessariamente na mobilização de toda a turma, a qual depende de uma série de outros fatores, como a própria motivação interna dos alunos na escola.

Analisando a participação dos alunos que estiveram envolvidos no episódio em questão, podemos constatar que a discussão possibilitou que eles introduzissem elementos para uma reflexão mais ampla sobre o seu contexto de vida e sobre o entendimento da sociedade. Aspectos levantados por eles como o sistema de cobrança de refeições adotado por restaurante, o uso de multas, o conflito de interesse entre comerciante e consumidor, são questões que têm relação com o contexto de vida de alunos trabalhadores que precisam de tais restaurantes e evidenciam mecanismos conflitantes na sociedade, os quais são recomendados a serem incorporados em currículos CTS (AIKENHEAD, 1994a,

SOLOMON, 1993b). Nesse sentido, o episódio cinco evidenciou como a introdução de ASC possibilita a consideração de valores humanos na educação (FREIRE, 1967) e de questões diretamente vinculadas a problemas do contexto de vida dos alunos (RAMSEY, 1993, RUBBA, 1991). A dificuldade constatada é como o professor pode dar continuidade nos debates a discussão de tais aspectos.

Concluindo, as questões “responda antes de prosseguir” muitas vezes eram abertas e levavam os alunos a emitirem respostas sobre os mais variados assuntos. Com isso, havia uma tensão entre o estilo adotado pela professora na discussão dessas questões, que privilegiava a construção de um texto unívoco em torno dos temas planejados, e a natureza dialógica de tais questões. Nessa tensão havia uma nítida insistência da professora em centralizar a discussão em torno do assunto, mas com uma abertura para ouvir as diferentes opiniões dos alunos, ainda que essas não fossem contempladas posteriormente na fala da professora.

2.2. Discussão de questões

Estamos denominando estratégia pedagógica “discussão de questões”, aquelas que aconteciam quando a professora solicitava aos alunos que respondessem as “questões para discussão” do livro, relativas aos ASC. As “questões para discussão” no livro *Química na Sociedade*, conforme comentamos no capítulo dois, são usadas tanto para denominar os exercícios conceituais e de compreensão do texto quanto para a discussão propriamente dita dos ASC.

As “questões para discussão” do livro eram lidas uma a uma. A professora costumava ficar próxima à mesa ou ao quadro-negro e os alunos as respondiam de suas próprias carteiras. Em geral, de cinco a seis alunos – quase sempre os mesmos – respondiam tais perguntas. A professora dava prosseguimento fazendo novas questões, a partir das quais os alunos respondiam, ou fazendo um comentário sintético. Durante a discussão dessas questões, geralmente, os alunos introduziam assuntos do cotidiano, seja apenas para exemplificar a discussão, seja para tirar dúvidas com a professora.

Em geral, a professora conduzia as “questões para discussão” de forma semelhante ao que fazia quando da discussão das questões “responda antes de prosseguir”: privilegiava a construção de um texto unívoco em torno dos temas planejados, direcionando a discussão para o foco central da questão, sem contemplar, no seu discurso, as várias manifestações dos alunos que, no entanto, eram ouvidas. Essas estratégias interativas favoreciam a participação dos alunos, que emitiam diferentes opiniões sobre o assunto.

As “questões para discussão” trazem, no entanto, uma novidade importante em relação às formas de interação adotadas pela professora. No contexto dessas “questões”, a professora conseguia, em algumas ocasiões, estabelecer seqüências dialógicas com os alunos, nas quais passava a contemplar seus pontos de vista.

Nos episódios seis e sete, que vamos analisar a seguir, a professora discute as “questões para discussão” do texto “A utilização de matéria-prima pela indústria” (*vide* anexo 2.2). Ao final do texto, são apresentadas seis “questões para discussão”. A partir dessas questões, foram levantados 20 ASC na

discussão de sala de aula. Esse é mais um indicador de que a professora seguia as orientações do livro didático. A seguir vamos analisar episódios, referentes a duas questões discutidas nessa aula, as quais ilustram como a professora abordava as “questões para discussão”, explorando diversos ASC.

Episódio 6 – Processo artesanal X industrial (aula 11, 20.09.1999, 20:21 h às 20:24 h)

1. **Profa.:** [leitura de questão do livro]. Quais, aliás, os processos artesanais de produção de materiais não são tão eficientes como os processos industriais. Discuta as vantagens e as desvantagens dos processos artesanais e dos industriais [fim da leitura]. Vocês sabem diferenciar um processo artesanal de um processo industrial?
2. **A2:** Artesanal é aquele feito com a mão? Artesanal é feito com a mão?
3. **Profa.:** É.
4. **A2:** A maioria, né? O industrial geralmente é à máquina e fazem em grande quantidade para um mercado bem maior do que...
5. **A1:** E mais barato.
6. **A2:** Do que o mercado de o de artesanato.
7. **Profa.:** Tá, e qual seria, por exemplo, vantagens e desvantagens de um para o outro?
8. **A2:** Eu acho que o artesanato ele é mais perfeccionista do que a indústria, eu acho.
9. **Profa.:** O artesanato é mais perfeito que na produção industrial?
10. **A9:** Eu acho que não.
11. **A2:** Ah, depende, ué.
12. **Profa.:** Espera aí pessoal, é o seguinte, quem está conversando aí com o colega do lado, vamos falar um de cada vez aqui todo mundo. [a professora interrompe a discussão do aluno para chamar atenção dos que estão conversando].
13. **A2:** Quando se lembra de artesanato, se lembra de arte, né? Figura de barro e coisas assim que a indústria para fazer ela não vai fazer tão perfeito quanto o homem faz com a mão, eu acho isso.
14. **Profa.:** Tá, você tá colocando então o trabalho artesanal em termos de...
15. **A1:** Acho que o industrial gasta mais não é professora?
16. **A9:** Artesanato é tipo comida.
17. **Profa.:** Artesanato de quê?
18. **AA:** Risos. [os alunos dão risada do que a A9 disse].
19. **A9:** Claro que é.
20. **Profa.:** O artesanal é mais resistente [xxx]. Depende do produto, aí nós vamos analisar o produto.
21. **A2:** Pode ser artesanato de madeira, artesanato de barro.
22. **A9:** Hein professora, não tem a aula de [xxx].

- 23. **Profa.:** Hã?
- 24. **A9:** [xxx] a gente ia fazer comida ela falava que era artesanato, aula de artesanato. Aprender fazer bolo, essas coisas assim, refrigerante. Tudo.
- 25. **A2:** Artesanato? É?
- 26. **A9:** É.
- 27. **Profa.:** [xxx]. Tá, e quais seriam as vantagens?
- 28. **A13:** A vantagem? O artesanato demora mais, é mais lento, as máquinas fabricam mais rápido.
- 29. **Profa.:** A máquinas fabricam mais rápido. Produz mais em menor tempo.
- 30. **A1:** E gasta mais.
- 31. **Profa.:** Gasta mais como? Gasta o quê?
- 32. **A1:** Energia... a gente fica mais pobre, porque é a máquina que vai fazer e não é nós.
- 33. **A6:** [xxx].
- 34. **Profa.:** Gasta-se muita energia, o produto às vezes sai muito mais caro. Desemprego, a questão artesanal cria-se...
- 35. **AA:** Emprego.

Assim como no episódio cinco, a professora refaz a pergunta do livro. No caso, ela elaborou uma nova questão antes de iniciar a discussão da pergunta propriamente do livro. Isso mostra o trabalho interativo da professora com o livro, em que ela não apenas repete suas perguntas, mas o segue, re-elaborando o “texto” para estabelecer interações com os alunos.

Nos turnos cinco e seis, os alunos A1 e A2 consideram que o processo industrial barateia o custo. No turno 8, o aluno considera que o processo artesanal produz materiais de melhor qualidade. Já no turno 10, um outro discorda e no turno onze um outro faz ponderações sobre a questão. Essa questão não é retomada pela professora e permanece a dúvida. No turno 28, o aluno comenta que o processo industrial é mais rápido. Nos turnos 30 e 32, o aluno considera que o processo industrial consome mais energia e que por isso há perda para a sociedade. Logo em seguida, a professora estabelece a relação com o

desemprego e continua dando outro exemplo, mas que leva a discussão em outra direção. O assunto é encerrado e aí a professora passa para outra questão.

Nesse ponto, podemos notar que uma questão possibilitou a emergência de diversos aspectos em relação à tecnologia, todavia esses aspectos foram apenas mencionados pelos alunos, sem terem sido aprofundados e debatidos sob diferentes pontos de vistas. No caso, por exemplo, não se deu continuidade a discussão da controvérsia sobre quem produz um material melhor, o processo artesanal ou industrial. RAMSEY (1993), MURPHY e McCORMICK (1997) apontam ser fundamental que na discussão de ASC sejam debatidos diferentes pontos de vistas dos alunos sobre um mesmo assunto. O episódio em questão evidenciou a potencialidade de ASC introduzir controvérsias favorecendo debates. Isso ocorreu nas aulas da Profa. Cristina em outros momentos, embora ela não tenha explorado o debate em torno da controvérsia (*vide* análise do episódio cinco).

Pode-se perceber, ainda, no episódio seis que um aluno teve dificuldade em entender o conceito de artesanal e isso não teve a devida atenção da professora. Nos turnos 2, 13 e 21, o aluno A2 tenta confirmar com a professora se o conceito dele de artesanato está correto e o aluno A9 faz o mesmo nos turnos 16, 19 e 22. Apesar disso, a professora não se posiciona claramente sobre o que vem a ser artesanato e a dúvida de certa forma pode ter permanecido. Essa é uma outra dificuldade na condução das discussões: esclarecer todos os alunos nas dúvidas que eles levantam durante o debate.

A seguir analisaremos uma outra questão para discussão que ocorreu na mesma aula do episódio analisado anteriormente. Esse episódio ilustra como a

professora consegue produzir um “texto” dialógico (MORTIMER, 1998; MORTIMER e MACHADO, 1997, 2000 e 2001) na interação com os alunos.

Episódio 7 – Papel do consumidor (aula 11, 20.09.1999, 20:33 h às 20:49 h)

1. **Profa.:** [leitura da última questão do texto]. E, de que maneira nós consumidores podemos induzir a melhoria dos produtos industrializados? [fim da leitura].
Como é que nós, o que nós podemos fazer para melhorar a qualidade dos produtos que ficam aqui com a gente?
2. **A1:** Não comprar.
3. **A:** Não comprar.
4. **Profa.:** Não comprar?
5. **A:** Comprar.
6. **A2:** Eu acho que se a gente não..., se comprar eles vão se conformar com o que estão fazendo, claro...
7. **A1:** Comprar só os importados.
8. **Profa.:** Nós como simples consumidores o que nós podemos fazer?
9. **A1:** Ué, professora, mas já existe isso, a gente só compra os importados, não teve uma greve lá dos produtos importados um tempo desses aí? Que ninguém queria comprar nada nacional, você lembra? Eu acho que foi em abril... Que teve um monte de coisa, a maior revolução, que ninguém queria comprar nada nacional...
10. **A5:** Eu acho que o brasileiro queria comprar o importado.
11. **Profa.:** Muitas vezes a gente compra porque é importado. “Ah! É importado...”
12. **A6:** Mas não tem qualidade.
13. **Profa.:** A gente acha que porque é importado é melhor do que o nosso. A gente vê uma coisa [xxx]. Às vezes nem analisa a qualidade, não é? Porque é importado a gente [xxx].
14. **A1:** O que é importado é importado...
15. **A5:** [xxx].
16. **A9:** Hein, professora, agora [xxx].
17. **Profa.:** Ah, é importado, é muito bom [xxx]. Será que o brasileiro exige essa qualidade, nós consumidores exigimos qualidade?
18. **A2:** Agora está melhorando.
19. **Profa.:** Agora está melhorando. Por que será que está melhorando?
20. **A2:** Acho que é porque tipo assim, reeducando, né? A propaganda, a publicidade faz com que pessoa vá abrindo os olhos pros produtos nacionais, comparando qualidade, eu acho que é assim. Está certo que [xxx] nacional tira a diferença, aquele que é melhor e que é mais barato e [xxx].
21. **Profa.:** Será que só a propaganda é suficiente, gente?
22. **A:** Não, não é?
23. **Profa.:** Prá fazer a nossa cabeça?

24. **A:** É.
25. **A:** Não.
26. **A9:** De muitos são, mas de outros não.
27. **A2:** Oh a propaganda, o próprio uso do produto, ou seja, qualidade, comprovante de qualidade, que mais... Eu acho que inclui muito o que as pessoas usam, o que a maioria das pessoas usam. Por exemplo, acho que por isso que entra a moda. A moda tem uma função [xxx], o caso da roupa, por exemplo, às vezes, são caras, você sabe não é, às vezes uma de um preço bem inferior, tem a mesma qualidade, é difícil acontecer, às vezes tem a ver com a qualidade e com a marca... [o aluno gesticula bastante enquanto fala].
28. **A5:** Mas às vezes, professora, uma coisa, assim, de marca, eu acho que também dura mais. Igual eu tenho esse sapato da Arezzo a um tempão e tá novinho, vale a pena comprar.
29. **Profa.:** É?
30. **A1:** Essa calça mesmo da C&A aqui... maior tempão.
31. **Profa.:** É que na verdade, a coisa da marca que a gente fala que a gente gosta, o brasileiro gosta de comprar marca, muitas vezes é a questão realmente da qualidade né, gente? Porque vocês sabem que aquela marca, aquela empresa que conseguiu manter o seu padrão de qualidade, ela não quer baixar o seu padrão de qualidade. Então vai ter sempre qualidade, produtos de boa qualidade. Mas nem sempre essa marca que é famosa, que todo mundo conhece... [enquanto a professora fala, os alunos conversam bastante].
32. **A2:** Consegue manter...
33. **Profa.:** Nem sempre, só ela precisa ter isso. Nós temos coisas boas que se equiparam a essas grandes marcas, e a propaganda é muita pouca. Por isso que eu perguntei, será que a propaganda é suficiente para fazer nossa cabeça? Você acha que é?
34. **AA:** Nããããoo!
35. **A:** Não.
36. **A9:** Prá muitos não professora. Tem gente que vê a propaganda, vai lá e vê o produto que vê que é bom, compra e outros não.
37. **A2:** Não adianta ter propaganda e não ter qualidade, não adianta. Se eles querem vender essa calça ruim daquele preço, eu acho que muitos ia comprar, né? Mas depois não ia comprar mais, porque não valeu a pena comprar a calça.
38. **Profa.:** Mas será que o brasileiro, ele se deixa enganar pela propaganda?
39. **A9:** Claro que deixa, ele [xxx].
40. **A1:** [xxx] a classe alta, tipo assim, eles não ligam para esse negócio de qualidade não, porque vai lá e compra, se não prestou vai lá e compra outra, vai lá e compra outra. Na verdade uma pobre igual eu, não compra, eu compro na feira.
41. **A14:** A classe alta ela vai pela...
42. **A1:** Etiqueta.
43. **A14:** Não vai pela qualidade não, vai pelo preço. Não viu ontem a reportagem que [xxx] preferem carro a gasolina, do que carro a álcool [xxx].
44. **Profa.:** A grande questão é que aqui quando nessa a última

questão: o que nós podemos fazer para melhoria da qualidade dos produtos? Aí tem aquela questão, é a questão de não comprar o produto que não for de boa qualidade. E, além disso, uma coisa que a gente não vai deixar ser enganado por propaganda nenhuma, é a partir do conhecimento que a gente adquire. Então, quando a gente lê, quando a gente estuda, passa a entender, a gente não fica [xxx].

45. **A1:** Muitas vezes você chega numa loja dessa aí que os vendedores ficam todos... aí você vai pega uma roupa lá, ah “do que é feito isso aqui”? O quê? Do quê é feito... Algodão. Aí vai lá no gerente, aí vai te enrolando, nunca fala do quê que é. Não conhece o produto, nem os próprios vendedores. [aluna faz pose imitando os vendedores].
46. **A4:** Nem o gerente também, às vezes.
47. **A:** [xxx].
48. **Profa.:** [xxx].
49. **A2:** A pergunta é: o que fazer? Eu acho que tá certo não comprar porque aí o custo dessa indústria vai ser alto não vai ter tiragem, não vai vender e vai acabar falindo pela falta de qualidade ela não vai vender o produto.
50. **Profa.:** Agora, isso é complicado não é gente, é complicado você [xxx].
51. **A9:** [xxx] que era de uma pessoa aí ela revende e aumenta mais a outra pessoa pega e aumenta mais não é? Quando está [xxx].
52. **A2:** É lógico, é lógico.
53. **Profa.:** [xxx] Ela está falando em termos de qualidade, em termos de produtos, melhoria de qualidade. Então, o que tem que ficar claro prá gente é que nós, realmente, brasileiros somos muito levados ao consumo pela propaganda. A gente não tem assim uma opinião formada, um conhecimento de causa de tudo isso que a gente faz uso. Então, na verdade, a gente deixa de levar, né? [os alunos conversam bastante entre si].
54. **A9:** A gente não tem conhecimento professora, das coisas.
55. **Profa.:** E por que será que a gente não tem conhecimento?
56. **A1:** Porque a gente não quer.
57. **A:** Hã?
58. **Profa.:** Como é que a gente faz para adquirir esse conhecimento?
59. **A2:** Educação eu acho que é um ponto.
60. **A1:** Pesquisando professora.
61. **Profa.:** Quando eu disse prá vocês, lembram quando eu disse prá vocês pesquisarem lá sobre as baterias.
62. **A2:** Silêncio! [Aluno pede silêncio aos demais colegas que estão conversando muito].
63. **Profa.:** Pessoal, presta atenção. [a professora interrompe novamente a explicação para chamar atenção]. Quanto às baterias dos celulares, as pilhas têm um tratamento especial para esse material?
64. **A1:** Tem.
65. **A6:** Não tem, não tem.
66. **A:** Não tem, tem uns que não têm.
67. **A4:** [xxx] comprou as pilhas, era prá devolver pro supermercado

e na hora de devolver não tinha onde colocar.

68. **A5:** Professora, [xxx] ele falou que aqui em Brasília não tem [xxx].
69. **A1:** Eles recolhem, professora.
70. **A2:** É um metal pesado não é?
71. **Profa.:** Um metal pesado, é.
72. **A1:** É radioativo.
73. **Profa.:** Não tem, na verdade não existe uma lei. Né, gente? Não existe o cumprimento...
74. **A:** Não, eu vi no jornal, professora, que o governo vai... obrigou as indústrias a mexer sobre isso, a ver uma solução sobre isso, só que 2 anos.
75. **Profa.:** A partir do ano 2000.
76. **A2:** Pois é, a partir de agora...
77. **A:** Dois mil, a partir de dois mil...
78. **A1:** Aí, é por isso que a gente vai ficar sem água aí, vai beber água de chuva.
79. **A13:** Professora, eu fui lá na [xxx] eles falavam que aquelas baterias radioativa, a gente tem que levar lá, eles reaproveitam ela mandam prá fábrica, ela vai... Como é que fala? Prá reciclagem novamente. Ele falou assim prá mim.
80. **A4:** Não tem...
81. **AA:** [xxx]. [alunos discutem entre si].
82. **Profa.:** Isso na época, isso na época eu perguntei prá vocês. Na época eu perguntei... Isso na época eu perguntei prá vocês. Vocês já viram alguma propaganda, de uma empresa que vende celular e recolhe a bateria para colocar no local devido?
83. **AA:** Não.
84. **Profa.:** Existe, alguém já viu?
85. **AA:** [xxx].
86. **Profa.:** Todo mundo vê propaganda para vender celular, proporção tantas vezes, para não sei quantas horas, mas propaganda para recolher o lixo, lixo que esse celular gera...
87. **A9:** Eu nunca vi não.
88. **Profa.:** Não existe, eu nunca vi também. Isso eu nunca vi também, não é? Então a questão é que nós não estamos preocupados, nós sociedade, não estamos preocupados com...
89. **A2:** E não sabem que efeitos aquilo pode causar, não sabem...
90. **Profa.:** Nós pegamos a bateria e colocamos no lixo, sem o mínimo peso de consciência, sem preocupação nenhuma. A simples bateria de rádio de que a gente utiliza.
91. **A15:** Podia fazer assim em negócio de cigarro, colocar a propaganda, mas [xxx].
92. **Profa.:** Podia, agora prá fazer isso, quem é que tem que fazer?
93. **AA:** O governo.
94. **Profa.:** O governo tem que fazer?
95. **A2:** O governo tem que dar, aquela informação que tem depois da propaganda do cigarro, aquilo lá não é a indústria que faz por querer, porque aquilo lá não é interesse dela. O interesse dela é que todo mundo fume cada vez mais. Aquilo lá é o governo...
96. **Profa.:** É o governo, agora nós [xxx] consumidores, será que podemos fazer alguma coisa, ajudar o governo?

97. **A2:** Podemos fazer bem, bem pouco não é?
98. **Profa.:** Bem pouco?
99. **A2:** Por exemplo, se tem um candidato, se tem um candidato, por exemplo, ecologista que visa esse tipo de projeto já é um começo. Claro que só ele não vai fazer diferença, mas você já tem a consciência daquilo [xxx]. Mas é uma coisa bem pouca, bem lenta, uma coisa assim.
100. **Profa.:** É, mas de qualquer jeito tem que aparecer um candidato ecologista para...
101. **A2:** Depende também eu acho da sociedade mostrar essa preocupação.
102. **Profa.:** Como a sociedade pode mostrar essa preocupação?
103. **A:** [xxx].
104. **A6:** Fazer uma caminhada universal.
105. **A1:** É igual a AIDS aí, depois agora, de noventa para cá, [xxx] a água mesmo há muito tempo atrás ninguém se preocupava, agora está acabando, tomando conta de tudo já. A água mesmo há um tempo atrás ninguém se preocupava, agora que tá acabando eles estão...
106. **A2:** Ninguém do colégio, por exemplo, vai ao centro com um monte de cartaz bateria do celular no lixo no lugar certo, ninguém vai fazer isso.
107. **Profa.:** Ninguém vai fazer isso.
108. **A4:** Não tem coleta seletiva de lixo aqui.
109. **A6:** Tem no Plano.
110. **A4:** Tinha no [xxx], mas tinha que ser geral.
111. **Profa.:** Pois é gente, a questão é que a coleta começou lá, parou antes de chegar aqui, mas nós, nós podemos cobrar isso [###] nós podemos começar a fazer um movimento [###] bem pequeno. Esse grupo pode crescer, nós podemos levar um abaixo-assinado uma solicitação, a defesa de um projeto por um deputado distrital que nós elegemos. Nós temos acesso, ele trabalha é para fazer por nós, não por ele. Então, nós temos esse acesso, nós temos esse caminho. O problema é que a gente não vai atrás disso. Por que será que a gente não vai atrás disso? [enquanto a professora fala alguns alunos ficam pensativos].
112. **A1:** Porque a pessoa tipo assim, tipo assim. Se juntar um grupo aqui dessa sala, dessa sala, e sair chamando todo mundo do colégio prá fazer tipo uma campanha tipo essa aí, se chamar 90%, 10% vai.
113. **Profa.:** A questão é a seguinte, a gente tem que ter consciência, se a gente não adquire consciência não adianta passar o diretor, passar não sei quem chamando para gente ir. Se eu tenho consciência, eu vou procurar as pessoas que comunga comigo dessa idéia. E a gente começa a trabalhar, né? Então, a gente tem que começar a fazer trabalho de formiguinha mesmo, porque se a gente está esperando lá do governo criar uma lei para que isso aconteça, enquanto isso as nossas gerações, estão vindo e estão indo a coisa tá passando estão indo embora não é? [a professora gesticula bastante durante sua explicação, sempre com o livro em uma das mãos].
114. **A6:** É.

115. Profa.: E os problemas só aumentando.

O episódio acima se inicia, a exemplo do que ocorreu nos episódios cinco e seis, com a professora re-elaborando a questão do livro, de forma a torná-la mais próxima do universo do aluno. Como já comentamos, essa é uma estratégia usada freqüentemente pela professora e que nos parece que contribui para manter uma boa interação com a turma.

Do turno dois ao nove, os alunos apresentam propostas de o consumidor não comprar (produtos sem qualidade) ou comprar apenas importados. Nos turnos quatro a oito, a professora usa estratégias de avaliação dessas respostas. No turno oito, ela re-elabora a questão do turno um, sinalizando que a resposta de “não comprar”, fornecida pelos alunos, não foi suficiente. Conforme já vimos, uma estratégia que professora usa com freqüência para avaliar resposta dos alunos, quando ela inicia uma seqüência do tipo I-R-A, é repetir a resposta do aluno quando essa está certa e perguntar novamente ou re-elaborar a pergunta quando a resposta não é satisfatória (*vide* análise do episódio três).

No turno nove, um aluno tenta contra-argumentar. No turno dez, um aluno introduz a questão do importado e a professora contempla tal aspecto nos turnos seguintes até o 15. Aqui começa a aparecer uma característica dialógica no “texto” que está sendo construído na interação entre a professora e os alunos. Ao contrário de episódios anteriores, nas quais a professora avaliava ou ignorava a contribuição divergente dos alunos. No início desse episódio, ela contempla a questão dos importados, que havia sido levantada por um dos alunos no turno

sete e retomada com insistência pelo mesmo aluno no turno nove. Todavia, parece que a professora e os alunos estão se referindo a questões diferentes. A professora se refere à compra de produtos importados de boa qualidade (turno 11: “Muitas vezes a gente compra porque é importado. ‘Ah! É importado...’”. Turno 17: “Ah, é importado, é muito bom [...]”), enquanto os alunos estão se referindo à produtos importados sem qualidade (turno 12: “Mas não tem qualidade.”), provavelmente os vendidos em Brasília na feira de produtos importados, cuja maioria é procedente do Paraguai, se constituindo em produtos de baixa qualidade. Essa é uma outra dificuldade que emerge nas interações de sala de aula e que dificulta a construção de um “texto” dialógico da discussão de aspectos sociais: professor e aluno usam o mesmo universo vocabular, mas com significação diferente, pois as palavras são polissêmicas, possuem significados diversos.

No turno 17, a professora reconduz a discussão para o foco da questão (o que fazer para melhorar a qualidade dos produtos), reestruturando a questão dos produtos importados (“Ah, é importado, é muito bom [xxx]. Será que o brasileiro exige essa qualidade, nós consumidores exigimos qualidade?”). Ao fazer isso, ela repete uma característica, que já analisamos, na sua forma de conduzir o debate, que é não deixar que os temas levantados pelos alunos desviem o debate da questão central que foi proposta pelo livro e que está sendo discutida. Ao longo de todo o episódio sete, vários aspectos introduzidos pelos alunos foram contemplados, caracterizando uma tentativa de construção de um “texto” mais dialógico. Mas, mesmo nessas ocasiões, a professora após um certo tempo marca precisamente a necessidade de retomar a questão central, re-

introduzindo ou re-elaborando a pergunta inicial sobre “o que nós consumidores podemos fazer” (turnos 8, 17, 44 e 96).

Verifica-se assim, que da mesma forma que ocorreu nos episódios anteriores, a professora consegue manter seu planejamento – discutir a questão sobre o que nós, consumidores, podemos fazer. No entanto, diferentemente do que ocorreu nas outras, ela consegue estabelecer um diálogo (no sentido bakhtiniano) de forma bem consistente com os alunos, contemplando muitos dos aspectos introduzidos pelos mesmos – suas “vozes”, seus horizontes conceituais: produto importado, introduzido pelos alunos nos turnos 7, 9 e 10 e contemplado pela professora nos turnos 11, 13 e 17; propaganda, introduzida no turno 20 por um aluno e contemplada pela professora nos turnos 21, 33, 38, 44, 53, 82, 86; marca, introduzida no turno 27 e considerada pela professora nos turnos 29, 31 e 33. É interessante notar que são os alunos que iniciam essas seqüências de interação e não a professora.

Outra estratégia importante utilizada pela professora na discussão da presente questão, que também sinaliza para a construção de um “texto” mais dialógico, foi a ampliação do foco dos diferentes aspectos levantados pelos alunos, por meio do uso de *feedbacks* elaborativos (MORTIMER e MACHADO, 1997, 2000 e 2001), o que caracterizaria o uso de um padrão discursivo semelhante ao que nos referimos como I-R-A, mas que nesse caso poderia ser melhor caracterizada como I-R-F. No caso das seqüências I-R-F, a letra **F** corresponde ao *feedback* do professor, que além de avaliativo, como nas seqüências I-R-A, pode ser elaborativo ou elicitativo (MORTIMER e MACHADO, 1997, 2000 e 2001). Nesse último caso, o professor fornece um *feedback* que

auxilia o aluno a elaborar mais sua resposta ou a ampliar o foco do aspecto que está sendo considerado, dando continuidade à interação. Ao fazê-lo, ele está construindo um “texto” em que predomina o caráter dialógico, pois o horizonte conceitual do aluno está sendo contemplado, elaborado e ampliado.

Nesse episódio, a professora utiliza-se mais de uma vez de *feedbacks* que contribuem para que os alunos elaborem suas falas. A proposta de não comprar produtos, levantada nos turnos iniciais, foi retomada e reforçada pela professora no turno 44. Portanto, ao questionar os alunos nos turnos quatro e oito, muito provavelmente ela teve a intenção de solicitar aos mesmos mais exemplos de ações que podiam ser adotadas. No turno 17, a professora pergunta: “Será que o brasileiro exige essa qualidade, nós consumidores exigimos qualidade?” Um aluno respondeu que está melhorando (turno 18). A professora pede para o aluno justificar (“Por que será que está melhorando?”). O aluno responde e a professora solicita uma reflexão sobre a propaganda no turno 20 (“Será que só a propaganda é suficiente, gente?”). No turno 53, a professora diz que falta conhecimento às pessoas sobre os produtos que compram. No turno 54, um aluno reconhece essa falta de conhecimento e a professora, no turno 55, pede uma justificativa à aluna (“E por que será que a gente não tem conhecimento?”). Em seguida, ela interroga de novo: “Como é que a gente faz para adquirir esse conhecimento?” (turno 58). Essas perguntas evidenciam tentativas de fazer com que o aluno elabore melhor sua contribuição e amplie o horizonte de análise do problema.

Uma outra constatação que pode ser extraída desse episódio é a capacidade da Profa. Cristina em conseguir dar um fechamento às discussões

que promove com os alunos, mesmo quando contempla suas “vozes”, seus horizontes conceituais. Na análise de outros episódios, o priorizar o planejamento significou não contemplar as diferentes contribuições dos alunos. Neste episódio, no entanto, a professora consegue conduzir a discussão de modo a obter um certo consenso sobre “o que nós consumidores podemos fazer”, sem que isso tenha significado uma desconsideração sistemática das contribuições dos alunos.

É interessante notar que o final do episódio é caracterizado pela apresentação de uma série de “ações” que podem ser realizadas no sentido de responder à pergunta formulada. A professora, mais uma vez, retoma a questão central no turno 102: “Como a sociedade pode mostrar essa preocupação?”. Os alunos apontam alternativas de ação: fazer caminhada (turnos 104 e 105), fazer cartazes (turno 106) e fazer coleta seletiva (turnos 108 a 110). No turno 111, a professora se posiciona, indicando outras ações que podem ser feitas (abaixo-assinado, a proposta de projeto de lei, a pressão junto aos deputados). Ao final, desse turno, a professora afirma que as pessoas não fazem isso, o que já havia sido dito por um aluno no turno 107. Nesse momento, há um silêncio bastante grande na turma e praticamente todos os alunos parecem prestar atenção ao que a professora diz. Nesse sentido, parece que ela conseguiu conduzir a turma a pensar em atitudes que eles podem adotar enquanto cidadãos. Após tantas tentativas de respostas, eles parecem bastante propícios a pensar em conjunto sobre o que fazer.

Apesar de utilizar diversas estratégias que evidenciam a tentativa de construção de um “texto” mais dialógico neste episódio, evidentemente que a professora não consegue contemplar todas as contribuições dos alunos. Entre as

diversas intervenções deles sobre a bateria de celular, uma apresenta um erro conceitual no turno 72 (“... eles falavam que aquelas **baterias radioativa**, a gente tem que levar lá...”), para o qual a professora não dá atenção, perdendo a oportunidade de esclarecer corretamente o processo de modo a evitar interpretações errôneas que surgiram posteriormente na “entrevista final”, conforme iremos comentar mais adiante.

É interessante notar que a professora enfatiza, em relação à questão do livro didático, o sujeito da pergunta NÓS, o que tem por objetivo fazer com que o aluno apresente propostas de ações que possam ser feitas por ele, enquanto simples consumidor, como ela mesma traduziu no turno oito (“Nós como simples consumidores o que nós podemos fazer?”). Aqui se busca o desenvolvimento de atitudes nos alunos. No turno 96, ela deixa claro que estava buscando exemplos concretos do que as pessoas podem fazer e não simplesmente o que compete a outros, como o governo (Profa.: É o governo, agora **nós** [xxx] consumidores, será que podemos fazer alguma coisa, ajudar o governo?). Ao discutir a questão do descarte da bateria do celular, a professora, nos turnos 82 e 86, faz uma crítica às empresas que comercializam telefones celulares. No entanto, no turno 88 ela enfatiza a responsabilidade da sociedade pela omissão e aí novamente usa o NÓS (Profa.: Não existe, eu nunca vi também. Isso eu nunca vi também, não é? Então a questão é que **nós** não estamos preocupados, nós sociedade, não estamos preocupados com...). Essa fala da professora parece sinalizar que ela incorporou o discurso que circulou no curso sobre o livro *Química na Sociedade*. Disse a professora em sua “entrevista concepções”, no trecho de entrevista a seguir:

Trecho de entrevista 1 – Entrevista concepções: busca de ações de cidadania

98. **Profa.:** Olha eu..., eu... até vinha..., assim... fazia, fazia, mas depois no final eu sentia que não tinha feito muito entendeu? Agora depois até que eu venho conversando com a Marília [colega do grupo PEQS], depois que você colocou, naquele curso que a gente fez, [curso do ano anterior sobre o livro didático], a necessidade de... de... levantar propostas, né? Ações para serem realizadas. Então, coisas que às vezes a gente não tocava, mas não dava uma ênfase para aquilo, que agora eu estou fazendo, inclusive nesse início eu pedi para eles..., é... esse tipo de trabalho, de atividade, de a gente propor ação possível de a gente realizar. Entendeu? Porque não adianta nada a gente achar que o Homem é o grande vilão da história, é o culpado do... do efeito estufa, da poluição, mas o homem é aquele que está lá. Não sou eu, não somos nós. Então, né? O Homem somos nós. Nós... é que..., o que nós podemos fazer? Eu acho que é nesse sentido. Então, é o que eu sempre coloquei... agora estou colocando para eles, principalmente nesse ano que eu estou disposta de trabalhar mesmo esse material. Então, a questão de propor ações possíveis de a gente realizar. Entendeu? Que eu até coloquei todo assunto, todo conteúdo vamos ver se a gente consegue levar para esse lado. Tá? Porque assim eu acho que a gente no final do ano vai ter um resultado, nós aprendemos química e realmente a gente está utilizando isso lá fora. A gente não saiu daqui, é... aprendendo e depois esquecendo não. A gente vai depois ter aplicação disso realmente, né?

Note-se que, na discussão, a professora usou o pronome **NÓS** e enfatizou o que poderia cada um fazer enquanto cidadão, tal e qual ela mencionou na entrevista, quando falou sobre um aspecto do curso que havia realizado sobre o livro *Química na Sociedade*. Essa maneira de abordar a questão parece possibilitar a inserção do problema no contexto de vida dos alunos e da professora, ou seja, abordá-lo como uma questão humana a ser explorada em colaboração entre alunos e professor, em que a solução é buscada conjuntamente e não resulta da imposição de um ponto de vista. Nesse sentido, a estratégia da professora teve um outro caráter dialógico, agora aquele discutido por FREIRE (1987), de busca de entendimento de nossa realidade, ainda que não

tenha sido suficientemente explorada pela professora. Note-se aqui, que o tema introduzido pelo livro, embora não tenha partido do contexto de vida do aluno, ele, neste episódio, configurou-se em um tema da vivência do aluno na perspectiva de Paulo Freire.

A preocupação da professora em discutir com os alunos atitudes para mudar a qualidade dos produtos, pode ser considerada como uma busca de uma educação humanística. Conforme discutimos no capítulo um, o letramento científico e tecnológico na perspectiva humanística implica a consideração de atitudes e valores para transformar a sociedade. Levar os alunos a refletir sobre o que NÓS podemos fazer é uma forma de refletir sobre o mundo e pensar em como transformá-lo. Discutir ainda sobre os valores envolvidos na comercialização de produtos, os interesses de mercado e de lucro e a falta de compromisso social de empresas e governo significa fazer uma reflexão sobre valores humanos. Nesse sentido, podemos dizer que a abordagem de ASC neste episódio teve um caráter humanístico.

O letramento tecnológico, segundo FLEMING (1989), envolve entender os diferentes aspectos da sociotecnologia, o que implica entender o papel da mídia, a consideração da qualidade dos produtos, o papel dos cidadãos comuns, assuntos esses que de alguma forma foram explorados no debate. Podemos constatar que neste estudo de caso a abordagem de ASC não se restringiu à concepção de motivação ou facilitação da aprendizagem como a professora reconheceu ser as funções dessa abordagem (*vide* item concepções mais adiante). Essa abordagem teve um caráter mais amplo no sentido de letramento

de preparar o indivíduo para fazer uso social do conhecimento científico e tecnológico.

Nesse sentido, podemos dizer que a questão para discussão do episódio sete mostra que o propósito do livro didático de introduzir ASC parece ser bem sucedido, quando conduzido por professores que usam estratégias interativas e dialógicas com os alunos, que favorecem a participação dos mesmos. A professora do presente caso parece ser bem sucedida em conseguir fazer com que os alunos manifestem livremente as suas opiniões, estratégia que não é muito fácil de ser conseguida por outros professores que foram estudados neste trabalho. Uma outra constatação que reforça essa hipótese é a de que a aula na qual esse episódio insere-se foi marcada por intervenções de onze alunos. Nas outras aulas observadas, em geral, apenas seis tinham uma participação mais direta. Houve um momento em que um aluno, que estava sempre alheio ao debate, apresentou o seu ponto de vista sobre o assunto. O que evidencia que ela propiciou um maior engajamento dos alunos.

Esse engajamento não correspondeu a uma discussão aprofundada de diversos aspectos e nem todos foram suficientemente explorados pela professora. Caberia, finalmente, aqui uma questão: será que haveria tempo para que a professora explorasse naquela aula tantos outros aspectos que foram levantados na discussão?

2.3. Exibição de vídeo

A análise da aula que ocorreu após a exibição do vídeo oferece a possibilidade de discutir como a professora faz a articulação entre os aspectos

conceituais e sócio-científicos. Ela possibilita, também, discutir como a professora se apropria das estratégias didáticas sugeridas no livro, o que já foi analisado em outros episódios.

Segundo relato da professora, durante o ano, ela apresentou três vídeos. Os dois primeiros foram no primeiro semestre e a professora não forneceu detalhes de como o vídeo foi explorado. Segundo ela, não houve tempo para debater o segundo vídeo, *Ilha das Flores*. Os alunos, no entanto, na “entrevista final”, consideraram a aula desse vídeo como muito marcante. Eles disseram a esse respeito o que se segue no trecho de entrevista dois.

Trecho de entrevista 2 – Entrevista alunos: vídeo *Ilha das Flores*

- 56. **AE1:** Tem uma aula que eu gostei, foi a aula de vídeo que a gente teve sobre aquela ilha das flores, aquele lixo, que o pessoal comia resto dos porcos. Ai!
- 57. **AE4:** Não era reciclado o lixo orgânico e...
- 58. **AE3:** E também [xxx] da população também, como vive o povo, não é? O lixo é jogado fora. Aí, nessa parte, eu achei interessante, que o povo estava sofrendo pra caramba, aí o pessoal, primeiro espera os porcos se alimentarem, depois é que o pessoal se alimentam, com o resto dos porcos. Então, é uma coisa que atinge muito, abala muito a **Humanidade** [grifo nosso]. Eu achei interessante.

Os comentários dos alunos sobre a temática do vídeo representam mais uma evidência de que a professora propiciou em suas aulas momentos de reflexão sobre aspectos humanos. O tema desse vídeo leva em consideração um aspecto da realidade brasileira diretamente relacionada à condição humana e a situação concreta de opressão que vive parte da sociedade brasileira. Deve-se considerar que a abordagem temática do lixo desenvolvida no livro foi que

certamente motivou a seleção desse vídeo, favorecendo condições para uma abordagem de ASC na perspectiva humanística.

Nas aulas que acompanhamos, a professora passou um vídeo sobre metais. A estratégia usada pela professora foi semelhante às estratégias pedagógicas adotadas no livro *Química na Sociedade*, como nos mostram os episódios oito e nove mais adiante.

Inicialmente a professora ditou várias perguntas envolvendo conteúdos que seriam explorados no vídeo. Em seguida, antes de reproduzir o vídeo, a professora solicitou a opinião dos alunos como mostra o episódio oito.

Episódio 8 – Vídeo sobre metais (aula 7, 30.08.1999, 20:40 h às 20:45 h)

1. **Profa.:** Vocês poderiam me responder alguma dessas perguntas que eu passei para vocês?
2. **A1:** Acabei de responder uma, professora.
3. **A3:** É uma liga metálica que compusesse...
4. **Profa.:** Vocês têm noção do que é?
5. **A1:** Solda.
6. **Profa.:** Oi?
7. **A1:** Solda é liga, não é liga?
8. **Profa.:** A solda é uma liga metálica?
9. **A:** É.
10. **Profa.:** Quem lembra o que é liga metálica? Qual o [xxx] de uma liga metálica? Qual?
11. **A1:** Não sei.
12. **Profa.:** Naquele dia que a gente começou a falar da unidade três, os metais, eu quero dizer para vocês que houve uma pergunta considerada dentro de sala de aula, onde nós vimos metais presentes, vocês citaram uma série, não foi?
13. **AA:** Foi.
14. **Profa.:** O que vocês citaram? Janela, quê mais?
15. **A:** Porta.
16. **Profa.:** No pé da cadeira, na porta.
17. **A:** No quadro.
18. **Profa.:** Essa, a borda do quadro.
19. **A:** Aqui na lâmpada.
20. **Profa.:** Aqui na lâmpada. Agora, o que será esse metal que nós temos aqui? O que será isso aqui?
21. **A:** Aço.
22. **Profa.:** Aço?

23. **A:** Ferro.
24. **Profa.:** Ferro?
25. **A:** Metal.
26. **Profa.:** É um metal. É um metal puro? É ferro, é aço?
27. **A:** É puro.
28. **A:** É aço.
29. **Profa.:** É aço? As placas que vocês... As placas que nós encontramos pela rua, será que é de quê essa placa?
30. **A1:** Acho que é dee...
31. **Profa.:** Placa de quê? De aço?
32. **A1:** De alumínio?
33. **Profa.:** Pode ser de aço, pode ser de ferro. Ferro e aço, qual é a diferença entre ferro e aço?
34. **A1:** O aço é mais forte e o ferro é mais fraco.
35. **AA:** [###]. [vários alunos falam ao mesmo tempo].
36. **Profa.:** Peraí, gente, um de cada vez.
37. **AA:** [###].
38. **A:** O aço é mais metálico.
39. **Profa.:** Mais metálico?
40. **A:** O aço não enferruja. Enferruja?
41. **Profa.:** O aço enferruja gente?
42. **A1:** Não.
43. **A:** Eu acho que sim.
44. **Profa.:** E onde é que nós... Pessoal, [xxx], gente... De onde é que nós retiramos o ferro, metal ferro?
45. **A:** Do aço.
46. **Profa.:** Do aço?
47. **A6:** Da terra.
48. **Profa.:** Da terra.
49. **A1:** Das rochas.
50. **Profa.:** Das rochas. Os minérios que são explorados com fins econômicos são as rochas.
51. **A:** Oh!!!!
52. **Profa.:** E dessas rochas retiram-se os metais, não é isso? Qual é o nome da rocha que contém ferro, que é rico em ferro?
53. **A:** [xxx].
54. **Profa.:** Vamos fazer o seguinte, nós vamos ver a fita e ela vai ajudar a clarear um pouquinho.

O episódio acima revela a incorporação, pela professora, da estratégia de ouvir as opiniões dos alunos sobre o assunto a ser estudado. Antes de passar o vídeo, a professora ditou questões aos alunos, ouviu o que eles sabiam a respeito, sem apresentar *feedbacks* elicitativos e ao final disse: “vamos ver a fita e ela vai ajudar a clarear um pouquinho” (turno 54). Essas estratégias estão presentes no livro didático, nas perguntas “responda antes de prosseguir” e na

expressão comum no livro de convidar o aluno a realizar alguma atividade para compreender o conteúdo em discussão, como no seguinte exemplo: “Para entender o que vêm a ser modelos, vamos primeiramente realizar a atividade proposta a seguir” (MÓL e SANTOS, *et al.* 1998a, p. 80).

Logo após a exibição do vídeo, a professora repete uma frase que havia sido dita ao final do vídeo, e a partir daí começa a discutir as questões propostas no início da aula. Aqui, a professora utilizou a mesma estratégia do livro *Química na Sociedade* de introduzir questões para serem discutidas, logo após a apresentação de um tema. A seguir são apresentadas as questões que a professora ditou para os alunos.

Profa.: O que é uma liga metálica? [...].

Profa.: É questão dois. Diferencie, diferencie, dois pontos, diferencie ferro gusa. [...]. Ferro gusa, ferro fundido e aço. [...].

Profa.: Questão número três. Cite vantagens, cite vantagens da reciclagem de metais.

Profa.: Questão número quatro: O que é cromeação? Eu vou escrever isso aqui oh: Cromeação. [a professora escreve no quadro]. [...].

Profa.: O que é cromeação, niquelação... [...] estanhagem e galvanização?

Profa.: Questão cinco. Por que não devemos comprar latas amassadas? Lata de óleo tá gente, especifica aí. Por que não devemos comprar...

Observe-se aí que a maior parte das questões (um, três e quatro) é relativa a conceitos químicos sobre metais, cuja discussão parece não ter sido de fácil compreensão para os alunos, conforme evidencia a análise do episódio nove. O episódio inicia, logo após a professora desligar o vídeo.

Episódio 9 – Discussão das questões do vídeo (aula 8, 30.08.1999, 21:08 h às 21:23 h)

1. **Profa.:** Reciclar os metais ajuda a conservar a natureza. Ajuda, né gente? Por que ajuda a conservar a natureza?

2. **A3:** Muita coisa que é jogada no lixo é usado prá [xxx].
3. **Profa.:** Então, conserva a natureza porque evita a retirada do minério, não é isso? E por outro lado não agride. A reciclagem, então, conserva e não agride o meio ambiente. Essa é uma vantagem. Que vantagem mais nós temos na reciclagem dos metais?
4. **A:** Mais barato.
5. **A6:** Mais barato e mais rápido.
6. **Profa.:** O processo é mais barato do que a obtenção através do minério, mais rápido, exatamente.
7. **A6:** [xxx].
8. **Profa.:** Liga metálica é uma solução sólida de quê?
9. **A6:** Dois...
10. **A1:** É uma mistura de dois ou mais metais [xxx] de ferro ou carbono.
11. **Profa.:** Metais ferro e carbono que você disse aí?
12. **A1:** É.
13. **Profa.:** Não, ferro e carbono é uma liga de nome específico que é o aço, não é isso? Mas nós temos outras ligas, como o latão. O latão também é uma mistura de metais.
14. **A3:** [xxx] de cobre e zinco.
15. **Profa.:** Cobre e zinco também é uma liga metálica. Mas o aço é uma...
16. **A1:** Então tá errado professora?
17. **Profa.:** Não, tá certo essa questão, só que não é só o ferro e aço que...
18. **A1:** Não, é só um exemplo.
19. **Profa.:** Ah então tá. Só que ele [o apresentador do vídeo] falou em misturas de metais, agora nós temos ferro e carbono. Carbono não é um metal.
20. **A:** Não, mas ele ajuda a endurecer o ferro.
21. **Profa.:** Tá, mas ele...
22. **A6:** [xxx].
23. **A3:** O carbono ele ajuda a formar uma liga mais dura. Ele enferruja menos, né? Dá mais resistência.
24. **A6:** Usa aí um metal fraco, [xxx] quebra com facilidade.
25. **Profa.:** Só um instantezinho, nós falamos aí o que é liga metálica é que a mistura de metais, né? Resulta numa liga metálica. A questão do carbono, ele não é um metal, mas ele está em pequena...
26. **A3:** Quantidade.
27. **Profa.:** Quantidade, por isso é permitido.
28. **A3:** Mas ele é apenas um reforço e prá dar mais duração e evitar ferrugem, né?
29. **Profa.:** É, maior dureza e maior resistência, né? A diferença, então, do ferro gusa, pro ferro fundido e o aço, então seria...?
30. **AA:** Alta resistência.
31. **A:** Um é mais fraco que o outro, o outro é mais resistente.
32. **A6:** [xxx] eles fazem com o ferro gusa lá, colocam em alta temperatura prá tirar uma certa quantidade de oxigênio? Depois [xxx] mais forte?
33. **Profa.:** O ferro gusa na verdade ele contém uma maior

quantidade de carbono, não é isso? Porque o processo de obtenção no ferro em alto forno, coloca-se o minério que é o óxido de ferro, a uma temperatura elevadíssima acima de 1500°, né? Adiciona-se carvão e calcário, não é isso? O carvão nada mais é o carbono, né? Então, o carvão é o carbono. Então o carvão ele vai ficar dissolvido no ferro, então aquele ferro metálico, ferro líquido e ferro fundido, aliás...

- 34. **A6:** Ferro líquido é o ferro gusa.
- 35. **Profa.:** Ferro líquido é o gusa, tem uma grande, uma grande quantidade de carbono.
- 36. **A6:** [xxx] temperatura.
- 37. **Profa.:** Aí queima-se parte do carbono prá incluir essa porcentagem.
- 38. **A6:** Aí teremos o ferro fundido.
- 39. **Profa.:** Aí nós teremos o ferro fundido. Menor porcentagem de carbono. O ferro gusa ele é muito duro, mais é quebradiço. Então ele serve prá fazer o ferro fundido. O ferro fundido já tem uma aplicação. Qual seria a aplicação do ferro fundido?
- 40. **A3:** Janelas.
- 41. **A6:** Fazer [xxx].
- 42. **Profa.:** Motores, blocos de motores de automóveis, né?
- 43. **A3:** Pé de banco de jardim.
- 44. **Profa.:** Pé de banco, né? É mais quebradiço, mas é muito pesado, né? Ele é o ferro fundido.
- 45. **A3:** Mais resistente.
- 46. **Profa.:** Elemento [xxx], né? Mas uma ele é quebradiço. Então esse aqui que nós temos na cadeira é o quê? Ferro fundido? Será?
- 47. **A6:** Ferro gusa.
- 48. **Profa.:** Esse é mais leve, né? Esse aí é mais aço.
- 49. **A6:** É aço.
- 50. **Profa.:** É o aço, ele é mais leve que o ferro fundido. O ferro fundido...
- 51. **Profa.:** As janelas, né? Geralmente os armários que nós temos ali atrás, né? E o processo de obtenção gente? Aquelas etapas lá de obtenção do ferro na siderúrgica? Como é que nós vamos classificar como transformação física, transformação química ou é simplesmente um fenômeno físico?
- 52. **A1:** Químico.
- 53. **Profa.:** Transformação química? Quando, por exemplo, coloca-se o minério, né? No alto forno, a uma elevadíssima temperatura ele vai, ele vai se transformar em quê? No ferro?
- 54. **A:** Vai fundir.
- 55. **Profa.:** O que acontece com o restante do material que está fazendo parte do minério?
- 56. **A3:** [xxx].
- 57. **Profa.:** Hum? Por exemplo, é adicionado calcário e carvão. O calcário, qual é a finalidade da adição do calcário?
- 58. **A3:** É mais resistente.
- 59. **A6:** O carvão vai [xxx].
- 60. **Profa.:** O carvão vai se dissolver junto com o ferro, exatamente vai dissolver no ferro. E essa mistura é o quê?

61. **A3:** Homogênea.
62. **Profa.:** É uma mistura homogênea, mas é uma transformação química ou é só um fenômeno físico?
63. **A5:** Químico.
64. **Profa.:** Químico? Aí vai haver a separação da areia que vai reagir junto com quem? Com o calcário. O calcário foi adicionado com a finalidade de? Retirar areia, que é considerado impureza, não é isso? E o ferro gusa que é transformado em ferro fundido? O ferro fundido ele ainda tem o excesso de quê? De carbono. Aí o que é acrescentado prá eliminar esse excesso de carbono?
65. **A6:** Oxigênio?
66. **Profa.:** O oxigênio, então o oxigênio ele é adicionado prá provocar queima de quê?
67. **A3:** Do carbono.
68. **Profa.:** Do carbono que está em? Excesso. Então controlando essa quantidade de carbono, aliás, de oxigênio que é adicionada você vai obter um ferro com a quantidade desejada de carbono, que seria o quê? O produto final desejado. Depois do ferro fundido onde se queima o excesso de carbono onde nós teremos o...[A13 que estava dormindo acorda com colegas dando risada].
69. **A3:** Aço.
70. **Profa.:** Que teria a menor porcentagem de quê?
71. **A3:** Carbono.
72. **Profa.:** Então ele definiu aqui, que o ferro gusa ele tem de 3 a 4% de carbono, o ferro fundido tem de 2 a 3%, e o aço tem menos de 2, até 2%. Até 2% de carbono, não é isso? daquelas coisas que...
73. **A1:** [xxx].
74. **Profa.:** Hã. Fala.
75. **A1:** Explica assim niquelação...
76. **Profa.:** Éé nesse vídeo nós não vimos sobre niquelação, cromeação e zincagem.
77. **A6:** Os elementos lá do aço [xxx].
78. **A13:** A partir do momento que a lata amassa ela solta um...
79. **A6:** Qualquer lata.
80. **A13:** [xxx] Faz mal. Eu bebo alumínio, alguma coisa.
81. **Profa.:** Vocês já viram que a lata ela é revestida de uma camada assim amarelada?
82. **AA:** É.
83. **Profa.:** E que quando ela amassa o que acontece? Ela solta aquela camada com tinta. Aquilo ali é uma camada então com que objetivo?
84. **A6:** É uma coisa química.
85. **A13:** Ela é prá conservar o alimento, contanto que ela se não amasse.
86. **Profa.:** Tá então vamos dizer o seguinte, a lata é uma placa de zinco, de aço.
87. **A13:** Isso.
88. **Profa.:** De aço. Aí nessa placa de aço tem aquela camadinha amarela. O objetivo dessa camada é o quê? Por que que não coloca simplesmente dentro da lata de aço?
89. **A13:** Porque ela enferruja.

90. **A3:** Prá proteger.
91. **Profa.:** Porque ela enferruja, então aquela camada o objetivo é...
92. **A3:** Proteger...
93. **Profa.:** Proteger.
94. **A3:** Evitar de ferrugem.
95. **Profa.:** Evitar de ferrugem. Então quando acontece da lata amassar, ela vai trincar aquela camada de proteção. Aí vai acontecer o foco de ferrugem. E essa ferrugem vai contaminar...
96. **A13:** Professora, e o ferro...
97. **A3:** O alimento.
98. **A5:** Depois que abre a lata não pode deixar o alimento dentro da lata.
99. **Profa.:** Porque quando você abre, você está cortando, né? Então ela vai ficar com uma parte do aço por fora, né?
100. **A3:** Mas o óleo geralmente você compra o óleo de lata...
101. **A5:** O óleo de lata.
102. **A3:** Abre e usa normal. Abre assim um burquinho.
103. **Profa.:** Mas a questão do óleo nem tanto porque não contém água, né? O que não vai né?
104. **A3:** Não vai tá molhando sempre, né?
105. **Profa.:** E também é consumo rápido, né?
106. **AA:** [###].
107. **Profa.:** Ô gente, o que acontece é o seguinte, quando aquela lata que é aço. Quando ela racha aquela camada de proteção, o que acontece mais rápido, é como se a, o revestimento que é uma camada de níquel, que estivesse empurrando a água para o aço. Então a perda acontece mais rápido do que se tivesse [xxx].
108. **A1:** [xxx].
109. **Profa.:** Como?
110. **A1:** E quando é lata de leite ninho?
111. **A3:** Se molhar, né professora?
112. **Profa.:** Aí a gente tá falando mais onde tem coisa líquida, né?
113. **A5:** Tipo assim a lata de ervilha, de milho, né?
114. **Profa.:** Não, porque a camada está sujeita, a camada de proteção da lata está sujeita a romper a proteção aí pode, se você não tem um líquido dentro, mas se a lata tá em um ambiente úmido ela pode, né?
115. **A3:** Professora, quando você abre uma lata de extrato de tomate, rapidamente ela forma um mofinho, né?
116. **Profa.:** Por quê? O que acontece? O que é aquele mofo? Que, que provoca aquele mofo?
117. **A3:** [xxx].
118. **Profa.:** Quem é que provoca aquele mofo?
119. **A3:** É o fato de tá aberto [xxx].
120. **Profa.:** Sim, tá aberto porque entrou o quê?
121. **A:** Ar.
122. **Profa.:** Ar. O ar levou microorganismos que provocam a levedação [xxx].
123. **A3:** Mas no caso [xxx], dá tipo uma teinha de aranha assim.
124. **Profa.:** É o que acontece com o pão, né?
125. **A1:** Professora, por que o pão na geladeira não mofa?

126. **Profa.:** Oi?
127. **A1:** Por que que quando guarda o pão na geladeira ele não mofa?
128. **Profa.:** O pão? Na verdade a geladeira, a geladeira ela serve prá que gente?
129. **AA:** Prá conservar.
130. **Profa.:** Mas, por que que ela conserva? Porque ela tem temperatura baixa.
131. **AA:** Temperatura.
132. **Profa.:** Então, o que tem na temperatura ambiente? O que acontece na temperatura ambiente que lá na baixa temperatura é mais difícil de acontecer?
133. **A3:** Porque lá tá mais frio e no caso da temperatura ambiente, tá mais quente, tá mais seco. Aí acaba estragando...
134. **Profa.:** Hum?
135. **A3:** Acaba estragando o alimento.
136. **Profa.:** Temperatura baixa...
137. **A3:** O oxigênio.
138. **Profa.:** Na verdade a temperatura ambiente é uma temperatura propícia prá ação de quem? Microorganismo. Não só a temperatura, mas também outros fatores como, por exemplo, se você guardar alface, a alface sequinha ela vai durar mais tempo do que se ela tiver molhada, mesmo dentro da geladeira. Porque não só o ar contém microorganismos, a água também contém microorganismo e em contato com o ar o alimento alface vai se estragar.
139. **A:** Ah, eu não sabia disso não.
140. **Profa.:** Ou seja, os microorganismos é que vão consumir, se alimentar e vão estragando as substâncias, porque as substâncias nada mais são do que o alimento prá esses microorganismos.

O vídeo é rico em informações científicas relacionadas ao cotidiano dos alunos, apresentando diversos conceitos do tema metais. Todavia, conforme foi constatado por trabalhos anteriores (SOLOMON e HARRISON, 1990; SOLOMON e SWIFT, 1990), os vídeos educativos podem requisitar conceitos que nem sempre são satisfatoriamente abordados pelos mesmos. No caso em questão, o assunto abordado no vídeo e discutido em sala de aula requer conceitos químicos mais aprofundados como os processos químicos do alto forno, as propriedades físicas dos metais que permitem diferenciar o ferro gusa do aço etc. Esses

assuntos não estavam no programa adotado pela professora e nem são abordados no livro.

No episódio, percebe-se que apenas o conceito de aço como liga parece ser compreendido por alguns alunos, mas as demais discussões ficam em torno de concepções alternativas. No turno 20, o aluno diz que o carbono serve para endurecer o ferro, no turno 23, outro diz que o carbono serve para formar a liga mais dura. No turno 24, o aluno usa o termo “metal fraco”.

A professora afirma que o carbono não é metal (turnos 19 e 25), mas também não discute o conceito e não explica porque. Do turno 29 ao 50, a professora faz várias tentativas para explicar a diferença entre ferro gusa e ferro fundido. Todavia, ela tem dificuldade de esclarecer para os alunos o processo de obtenção de um e de outro no alto forno.

Essa é uma dificuldade da abordagem de ASC em sala de aula, pois ela remete a necessidade de estudo de conceitos que o professor pode não dominar ou que os alunos não conseguem entender ainda. Normalmente, o número de conceitos envolvidos é grande e a relação entre eles muitas vezes é complexa. Mesmo alguns processos que inicialmente parecem ser mais simples de explicar, tornam-se complexos para os alunos. Como aconteceu na discussão dos enlatados amassados, analisada a seguir. Essa questão estava no livro *Química na Sociedade* no final da unidade de metais e havia sido acrescentada na relação de questões que a professora ditou para os alunos antes do vídeo.

Entre os turnos 78 e 95, parece que a professora foi bem sucedida em fazer com que alguns alunos recapitem o que havia sido dito no vídeo, sobre a função protetora da camada de verniz nos enlatados. Todavia, mais adiante os

alunos introduzem novos aspectos ao processo em discussão, o que torna o problema mais complexo. Nos turnos 100 a 102, um aluno introduz a questão de que as latas de óleo de soja são abertas e usadas normalmente, que contrapõe o argumento usado por A5 no turno 98, de que “depois que abre a lata não pode deixar o alimento dentro da lata”, que é reforçado e explicado pela professora no turno 99. A professora resolve a contradição explicando que o óleo não contém água e é consumido rapidamente (turnos 103 e 105). Mas logo a seguir, no turno 107, ela apresenta uma explicação bastante confusa sobre o processo. O assunto não fica bem esclarecido e em seguida a discussão já muda para outro aspecto introduzido por outro aluno.

Observe-se que ao discutir os processos envolvidos com as latas de conservas, os alunos introduzem vários exemplos de sua experiência cotidiana (turnos 100, 102, 110, 113, 115, 125). Isso propicia a oportunidade de a professora esclarecer dúvidas dos alunos sobre processos que ocorrem em seu dia-a-dia, contribuindo para o letramento científico no sentido prático identificado por SHEN (1975), justificado pelo argumento utilitário de MILLAR (1996), com a função de aprendizagem de ciência pela sua aplicação direta no cotidiano (DeBOER, 2000).

Na discussão das questões introduzidas pelos alunos, a professora usa, novamente, a estratégia de perguntar ao aluno o que ele pensa, fornecendo pistas sobre qual a possível resposta para a questão (turnos 116, 120, 128, 130 e 132). Nessas seqüências, a professora teve a preocupação de apresentar a explicação para o processo, tanto no caso do mofo de latas de extrato de tomate (turno 122), como no do pão (turno 138).

Nos cinco minutos finais que ainda restavam naquela aula, a professora discutiu uma outra questão sobre metais com os alunos e na aula seguinte (quinze dias depois, pois houve um feriado na semana seguinte) ela retomou as discussões. Ao retomar a questão dos enlatados, os alunos fazem uma confusão entre os diversos conceitos tratados na aula anterior, como demonstra o episódio dez.

Episódio 10 – Proteção de lata de conserva (aula 10, 13.09.1999, 21:02 h às 21:23 h)

1. **Profa.:** Por que não devemos comprar lata de conservas amassada?
2. **A2:** Por quê?
3. **A3:** Porque contém [xxx] película de alumínio dentro.
4. **A1:** [xxx].
5. **A3:** Pode fazer mal. [xxx] é mais fácil de conter micróbio.
6. **Profa.:** Apesar da lata de conserva... Pessoal, olha aqui, gente... A lata de conserva, ela é na verdade uma placa de aço. Não é gente?
7. **A1:** É.
8. **Profa.:** Uma fina placa de aço. Que é cortada e formada lata. Então ela tem uma camada dentro que é uma camada amarelada. Não é?
9. **A1:** É.
10. **Profa.:** Que é um revestimento feito na placa de aço com a finalidade de...
11. **A2:** proteger.
12. **Profa.:** Proteger. Então, essa proteção que é geralmente níquel. É dado um banho de níquel, que esse aço leva. Quando a lata amassa, o que acontece com essa camada de proteção?
13. **A2:** Ela trinca.
14. **Profa.:** Ela trinca. Quando ela trinca, o que vai acontecer com o aço?
15. **A2:** Vai ficar exposto.

Apesar de alguns alunos reconhecerem a função da película protetora, o aluno A3, nos turnos três e cinco, tem dificuldade de explicar o processo e acaba misturando a explicação que a professora apresentou para o caso do mofo da lata de extrato de tomate com o processo de ferrugem. Assim, esses episódios

parecem demonstrar outra dificuldade inerente à introdução de ASC nas aulas de química. Apesar de possibilitar a participação efetiva dos alunos, que trazem questões e situações vivenciadas em seu cotidiano, os assuntos acabam surgindo aos borbotões. Mesmo que a professora fosse capaz de contemplar todos os assuntos (o que, como vimos em vários episódios, nem sempre é possível), como a quantidade de explicações fornecidas é muito grande, há sempre o risco de os alunos misturarem explicações e conceitos que apareceram em situações diferentes. No episódio nove, da discussão do vídeo, em apenas quinze minutos de discussão, que correspondem aos 140 turnos de fala, são tratados em torno de vinte conceitos ou explicações (reciclagem, liga metálica, metal e não-metal, latão, aço, ferro gusa, ferro fundido, processos em alto forno, aplicações e propriedades do ferro e aço, transformações químicas e fenômenos físicos, mistura homogênea, niquelação, zincagem, revestimento de latas de conserva, conservação do óleo em latas, mofo de enlatados e do pão, efeito da temperatura na conservação dos alimentos, ação dos microorganismos). A probabilidade de que os alunos façam confusão pelo menos entre alguns desses conceitos é alta.

Em síntese, podemos dizer que esses episódios evidenciam a dificuldade da professora de explicar os conceitos químicos relativos ao tema e apontam que a abordagem temática propicia a introdução de conteúdos relevantes para o letramento científico no sentido prático e utilitário. Nesse sentido, apesar de todas as dificuldades encontradas, os alunos puderam ser informados sobre cuidados na compra de enlatados, processos de conservação de alimentos, necessidade de reciclagem de metais e o uso de metais no dia-a-

dia. Conteúdos esses que nem sempre são abordados pelos professores de química e que emergiram no contexto da abordagem temática.

Esse conjunto de conteúdos foi introduzido pelo vídeo educativo, que além de cumprir a função instrutiva, apresenta uma função motivadora. Durante a exibição do vídeo para a turma, todos os alunos mantiveram-se atentos ao mesmo, sem que houvesse nenhuma conversa paralela. Fato esse que não foi observado em nenhuma outra aula que acompanhamos.

Podemos dizer, então, que o uso de vídeos para introduzir ASC possibilita tanto uma abordagem com a perspectiva humanista, que propicia a discussão de valores e uma reflexão sobre aspectos sociais, como a introdução de conhecimentos científicos e técnicos que podem ser usados para ajudar a melhorar o padrão de vida das pessoas. Contudo, fica evidente, que a compreensão de tais conteúdos dependerá de um trabalho em sala de aula pelo professor de esclarecimento dos conceitos apresentados. Constatações nesse sentido foram feitas também por SOLOMON (1990 e 1992), que recomenda o uso de debates em pequenos grupos para discutir a temática dos vídeos.

3. Respostas às questões de investigação sobre a abordagem de ASC

No presente item, vamos apresentar a análise das entrevistas e das aulas que fornecem respostas às nossas questões de pesquisa. Foram selecionados trechos de entrevistas em que a professora ou os alunos respondeu

questões de nosso interesse. A apresentação desses dados será feita, confrontando concepções apresentadas em diferentes situações. Os itens a seguir são referentes aos aspectos centrais de cada questão de pesquisa.

3.1. Concepções

Sobre a abordagem de ASC e o objetivo do ensino de química, disse a professora o que se segue no trecho de entrevista três.

Trecho de entrevista 3 – Entrevista concepções: objetivos do ensino de química

91. **ENT.:** Hum, hum... Tá certo. Bom, qual a importância que você ver de a gente fazer um ensino contextualizado para o aluno?
92. **Profa.:** [pequeno silêncio] Qual a importância de fazer um ensino contextualizado? Olha, eu acho que... é... que nem o ensino contextualizado a gente coloca a situação, né? A gente dar suporte para o aluno e aproveitar o conhecimento dele para chegar as nossas teorias aí, né? Eu acho que facilita para eles, facilita, e ele fixa esse conhecimento que ele adquire ele sente utilidade naquilo que ele tem que gravar, ele não faz simplesmente por fazer e passar na prova.
93. **ENT.:** Certo.
94. **Profa.:** Né?
95. **ENT.:** Hum, hum... É Ok! Agora, para você qual é o principal objetivo do ensino de química?
96. **Profa.:** Qual o objetivo do ensino de química? Formar cidadão. Coloco para eles é..., logo no início, nós temos aqui esse conteúdo. É... não estou aqui para ensinar para passar no vestibular ou para passar no concurso. Eu estou aqui para ensinar química para você ser um cidadão. Então passar no vestibular, passar no concurso vai ser consequência. Eu acredito que a gente aprenderá a ser cidadão crítico, a gente consegue é... tudo isso como resultado.

O reconhecimento do objetivo de formação da cidadania foi feito pela maioria dos professores nas entrevistas concepções, o que não significa que eles reconheçam isso em sua prática de sala de aula. Todavia, em relação à Profa. Cristina, nos parece que de fato naquele ano ela tinha essa preocupação,

conforme pudemos constatar tanto na análise do episódio sete e do trecho de entrevista um, já citado anteriormente. Nesse trecho ela disse:

Então, é o que eu sempre coloquei... agora estou colocando para eles, principalmente nesse ano que eu estou disposta de trabalhar mesmo esse material. Então, a questão de propor ações possíveis de a gente realizar. Entendeu? Que eu até coloquei todo assunto, todo conteúdo vamos ver se a gente consegue levar para esse lado. Tá? Porque assim eu acho que a gente no final do ano vai ter um resultado, nós aprendemos química e realmente a gente está utilizando isso lá fora. A gente não saiu daqui, é... aprendendo e depois esquecendo não. A gente vai depois ter aplicação disso realmente, né?

Como já comentamos na análise do episódio sete, a Profa. Cristina revela aqui uma preocupação em desenvolver ações de cidadania (“ações possíveis de a gente realizar”). No episódio sete pudemos constatar que essa concepção da professora em desenvolver ações pode ser considerada como uma perspectiva humanista. Como veremos mais adiante essa concepção humanista parece ter sido incorporada pela professora após o curso que ela tinha feito sobre o livro *Química na Sociedade*.

Uma outra concepção sobre a abordagem de ASC presente na fala da professora no trecho de entrevista três é a utilitária (“a gente está utilizando isso lá fora”). Essa concepção também foi identificada na prática da professora, quando da análise do episódio nove referente à exibição de vídeo e esteve presente em outros trechos de entrevista, como os trechos abaixo que revelam também uma concepção de facilitação de aprendizagem.

Trecho de entrevista 4 – Entrevista concepções: função de ASC

- 41. ENT.:** Certo. Normalmente como é que é sua aula? Você... diz que usou os textos antes de começar o conteúdo...
- 42. Profa.:** É eu sempre gostei de colocar os textos para motivar, para

os alunos sentirem que tem necessidade.

Trecho de entrevista 5 – Entrevista final: função de ASC

19. **ENT.:** Você teve várias aulas em que você leu textos e fez perguntas pra eles sobre aquele texto, em que eles entendiam e eles davam a opinião deles. O que você achou de discutir questões da parte social da química com eles?
20. **Profa.:** Eu achei que ficou muito mais na cabeça deles o assunto que eu tava querendo passar do que outras vezes que eu já trabalhei só o conteúdo secamente. Entendeu? Então, ficou muito mais. Agora mesmo, eu encontro com eles e eles me dizem: “Ah, professora fulano fez o concurso do bombeiro, caiu uma questão que a gente discutiu”. Então, ficou muito mais... Eu senti que muito mais útil. Muito mais utilidade realmente o conteúdo dessa maneira do que secamente. Só o conteúdo sem relacionar com a vida deles, né? Lá fora.

Trecho de entrevista 6 – Entrevista final: aplicações do conhecimento no dia-a-dia

100. É eles estão... Outro dia mesmo eles... Várias vezes... “Ah, professora, passou na televisão aquele negócio do chorume. Lá no Vicente Pires. Está contaminado”.
101. “Ah, professora, vai ter uma lei no ano 2000 prá obrigar o fabricante a recolher as baterias de celular”.
102. Então, entendeu? Eles estão sempre trazendo...

Outra constatação da preocupação da professora em enfatizar a abordagem de ASC está na observação do elevado número desses aspectos introduzidos pela professora durante o ano. Isso mostra que para ela essa abordagem tem um papel relevante no currículo, que não é apenas de motivação. E nos parece evidente que tal ênfase tinha um caráter humanista, no sentido de formação mais ampla do aluno, pois ela identifica a contribuição da abordagem com a relação ao envolvimento dos alunos em discussões sociopolíticas, como evidencia o trecho de entrevista sete.

Trecho de entrevista 7 – Entrevista concepções: debate político

146. **Profa.:** Aí eles chegam assim, a discutir dentro de sala de aula, tem hora que você vai..., você acha que vai sair briga, porque a questão

da mudança de governo, agora né? Então, quando a gente citou... Não. Foi até na unidade dois, que eu comecei a trabalhar nesta semana, quando a gente leu essa primeira parte aqui sobre o lixo. É... eles... uns defendendo, né? e outro contra, a questão do tratamento do lixo, porque Brasília não tem usina suficiente. Aí eles começam, né? Na questão..., aí já entra na questão política. Quase que eu não consegui acabar a aula nessa semana.

147. ENT.: E teve posicionamento diferente em função do governo?

148. Profa.: Exatamente. Gente defendendo mesmo o governo do Roriz. Gente defendendo o Cristóvão. A coisa foi... achei até interessante.

149. ENT.: Certo. OK!

150. Profa.: Significa assim, que eles estão até por dentro... É... isso é lógico que é um ou outro, não é a turma inteira.

151. ENT.: Certo. Sim, eu entendo.

152. Profa.: Mas aí os outros ficam assim, sabe? Achando que tem que... que emitir uma opinião. Às vezes até emitem uma opinião que não tem nada a ver, mas parece que há necessidade de mostrar que sabe alguma coisa.

3.2. Estratégias

A análise das aulas realizada no item dois deste capítulo demonstrou que a professora basicamente abordava os ASC, seguindo o texto do livro *Química na Sociedade*, por meio de leituras de texto e discussão de questões. Na leitura de texto a professora tinha oportunidade de explorar a estratégia também sugerida no livro: questões “responda antes de prosseguir”.

As aulas eram marcadas por interações do tipo I-R-F com *feedback* avaliativo (episódios um a quatro), nas quais havia uma boa interação com os alunos, ainda que restrita a um pequeno grupo. A professora tinha muita clareza de seu planejamento e o conduzia de forma a não perder de vistas os seus objetivos (episódios quatro, cinco e sete). Dada a sua interatividade e forma aberta de conduzir a aula, os alunos com facilidade manifestavam suas opiniões e introduziam fatos do cotidiano nas aulas (episódios três a sete e nove). Contudo,

dada à determinação da professora em seguir o seu planejamento, em geral, as “vozes” dos alunos nem sempre eram consideradas (episódios um a quatro). Todavia, na discussão dos ASC conduzida a partir das “questões para discussão” do livro *Química na Sociedade* a professora conseguia iniciar um movimento dialógico nas aulas em que os horizontes conceituais dos alunos começavam a ser considerados (episódios seis e sete).

Dois fatores parecem ter contribuído para o estabelecimento tanto da interatividade quanto do processo dialógico. O primeiro está relacionado à forma como ela conduzia a aula, buscando muitas vezes re-elaborar as questões para torná-las mais compreensíveis para os alunos, de modo que esses conseguiram respondê-las (episódios 5 a 7). Essa era uma importante estratégia que a professora utilizava para incluir os alunos no debate, e parece estar associada à sua experiência no magistério, conforme análise do trecho de entrevista 14 apresentada mais adiante. O segundo fator está relacionado à natureza da estratégia de ensino “questões para discussão” sugerida no livro *Química na Sociedade*, quando comparada às outras estratégias – por exemplo as questões “responda antes de prosseguir” – e a forma como a professora interage com essas estratégias. Como já tivemos oportunidade de comentar, a Profa. Cristina demonstrou uma grande preocupação em seguir o planejamento sugerido no livro. Nos parece que o fato de a professora não explorar os horizontes conceituais dos alunos, divergentes daquilo que estava planejado, na discussão das questões “responda antes de prosseguir” está relacionado ao contexto dessas questões, que aparecem no meio do texto, significando uma interrupção da leitura deste. A professora tinha uma certa pressa em fechar essas discussões

e voltar ao curso normal do planejamento – a continuidade da leitura do texto. Como as “questões para discussão” aparecem no final do texto, como atividade de fechamento da leitura, essa tensão em relação ao planejamento parece diminuir e a professora é capaz de adotar uma postura dialógica, explorando os horizontes conceituais dos alunos, mesmo quando esses são divergentes e fogem ao planejado.

Nesse sentido, a análise dos episódios seis e sete demonstrou como as “questões para discussão” presentes no livro mudaram a qualidade das interações da professora, que nos episódios anteriores (um a quatro) eram marcadamente do tipo I-R-F com *feedback* avaliativo, sem que fossem contempladas as respostas dos alunos que não estavam de acordo com o planejamento. Nos episódios seis e sete, em que foram introduzidas “questões para discussão”, a interação mudou e a professora passou a usar *feedbacks* elaborativos, contemplando as contribuições dos alunos mesmo quando essas expressam horizontes conceituais diversos e não planejados.

Nesse sentido, a análise dos episódios evidenciou que a discussão de ASC potencializa não só a interação com os alunos, ainda que com um número restrito deles, mas também o movimento dialógico em que o horizonte conceitual dos alunos é contemplado. A discussão de ASC traz para a sala de aula temas próximos a vivência do aluno, sobre os quais ele tem algo a dizer, o que possibilita que ele introduza sua experiência cotidiana nas discussões.

Uma outra estratégia usada pela professora foi a exibição de vídeo. A análise desenvolvida evidenciou que tal estratégia possibilita a discussão de ASC na perspectiva humanista, bem como a introdução de conhecimentos práticos que

são relevantes para o letramento científico e tecnológico. No entanto, para o alcance desses objetivos é fundamental que o professor discuta em sala de aula os conceitos envolvidos no vídeo.

A análise das estratégias que desenvolvemos a partir dos episódios permitiu também a identificação de fatores que possibilitam e outros que dificultam a abordagem de ASC, bem como a influência do livro *Química na Sociedade* nesse processo, questões essas que serão analisadas nos próximos itens.

3.3. Fatores que possibilitam/dificultam

Nas entrevistas com a professora, ela mencionou uma série de condições e dificuldades para o uso de ASC em sala de aula. Sobre as condições da escola, ela mencionou a dificuldade com relação à carga horária da disciplina de química, a peculiaridade do curso noturno e a necessidade de um trabalho em equipe com outros professores de química.

O fato de a maioria dos alunos do noturno ser constituída por trabalhadores faz com que eles não tenham tempo de estudar em casa. Dessa forma, o professor precisa trabalhar todo o conteúdo na própria sala de aula. Essas condições do turno noturno limitam o trabalho do professor e constituem em uma característica diferenciadora em relação ao turno diurno, que precisa ser levada em consideração pelos professores no seu planejamento (MALDANER, 2000). Todavia, conforme discutiremos mais adiante, no item sobre o engajamento dos alunos, temos evidências de que parece que os alunos do curso noturno possuem maior interesse em discutir ASC do que alunos do diurno.

Sobre o trabalho em equipe, ela comentou a dificuldade que encontrou em muitas escolas por não ter uma equipe de professores integrada, com a qual pudesse discutir o trabalho de sala de aula. Ela mencionou que naquele ano estava fazendo o planejamento conjunto com outra professora da escola que participava do projeto PEQS e disse que isso estava auxiliando o seu trabalho pedagógico.

A professora mencionou que tanto a sua formação na faculdade, como a sua participação em encontros de ensino de química e em cursos de formação continuada de professores, contribuíram para que ela buscasse novas metodologias de ensino. Afirmou que, após o curso sobre a abordagem do livro *Química na Sociedade*, ela passou a entender melhor a função da abordagem de ASC, em relação ao desenvolvimento de atitudes e valores. Isso fez, segundo afirmou, com que ela passasse a dar mais ênfase a esses aspectos no ano em que foi realizada esta pesquisa, o que foi dito na “entrevista final” em trecho anteriormente citado quando da discussão do episódio sete.

Ela destacou, em suas entrevistas, a questão da experiência do professor. Disse que no passado sempre tentou introduzir ASC, mas que encontrava dificuldades. Uma delas era a insegurança frente à possibilidade de os alunos fazerem questões que ela não soubesse responder. Com o passar do tempo, tem adquirido experiência e confiança em trabalhar aqueles aspectos, como pode ser visto no trecho de entrevista 14 mais adiante.

Ela comentou sobre a importância de o professor planejar as suas aulas. Quando conseguia planejar as aulas com antecedência sentia um melhor resultado em sala de aula. Mas alegou que muitas vezes faltava tempo para

desempenhar tal tarefa, da forma como desejaria. Enfatizou a dificuldade que encontrava no passado em preparar textos ou selecionar artigos de jornais ou revistas para levar para sala de aula. Teve essa experiência diversas vezes, mas comentou que estava muito mais fácil trabalhar com o livro *Química na Sociedade*, pelo fato de nele já estarem inseridos os textos que estabelecem relações com os ASC. Nesse sentido, considerava o livro muito bom. Comentou também que os materiais didáticos inovadores que possuía auxiliavam-na a melhorar suas aulas.

Uma dificuldade relativa à abordagem dos ASC estava na condução do debate em sala de aula. Conforme analisamos nas estratégias de abordagem de ASC, a professora demonstrou dificuldade em explorar diferentes pontos de vistas dos alunos, quando eles não eram concordantes (episódios cinco e seis); dificuldade em explorar e aprofundar questões existenciais do cotidiano do aluno (episódio cinco); e dificuldade em estabelecer e manter um processo dialógico (episódios um a quatro). Além disso, a professora apresentou dificuldade em mobilizar toda a turma para participar dos debates e em conduzir as explicações conceituais durante as discussões dos ASC (episódios nove e dez). Dificuldades semelhantes na condução de debate foram identificadas por CROSS e PRICE, (1996), GEDDIS (1991), PEDRETTI (1997), SHOWERS e SHRIGLEY (1995) e SOLOMON (1988a).

Como comentado anteriormente, apenas cerca de seis alunos respondiam regularmente às questões da professora. Em nenhuma das aulas foi observada qualquer iniciativa da professora em desenvolver atividades que pudessem envolver os demais estudantes no debate. Na primeira entrevista, a

professora disse que tinha o hábito de organizar os alunos em grupo para a execução de atividades, mas isso nunca foi observado em suas aulas. Na última entrevista, disse que mesmo na turma do diurno, quando tinha mais tempo, as discussões dos textos, em geral, eram conduzidas da mesma forma, ou seja, com perguntas abertas para toda a turma responder livremente.

Na entrevista final, a professora manifestou a sua dificuldade de envolver os alunos em debate, como se pode perceber no trecho a seguir.

Trecho de entrevista 8 – Entrevista final: envolver outros alunos

- 55. ENT.:** [...]. Então, tem esta questão que... dos que não participam. Você não pensa nessa possibilidade de ter uma outra atividade que pudesse envolver esses outros alunos?
- 56. Profa.:** Eu acho que eu deveria trabalhar realmente esses alunos mas eu realmente deixei de lado. Eu acho que eu não ajudei com que eles ficassem não. Eu acho que eu dei mais aula para aqueles que participavam. Exatamente por causa daquela preocupação daqueles que estão participando a gente tem que ir mais a frente com eles e acaba deixando. Agora, esta questão é complicada porque se a escola toda não faz esse trabalho, a gente acaba ficando assim um grãozinho de areia lá no oceano. E aí por “N” questões a gente acaba deixando de lado. Não que eu acho que... Eu acho tenho essa obrigação de fazer isso. Eu deveria fazer. Mas eu realmente não fiz.

A professora reconhece que existe um grupo que não participa e que ela não dá atenção para esse grupo, mas parece que ela também não sabe muito bem o que fazer para envolver os alunos nos debates. Percebe-se assim que a professora evidenciava ter uma boa capacidade de estabelecer estratégias interativas, mas isso ocorria em relação aos alunos que tinham iniciativa de participação. Nesse sentido, este estudo de caso aponta a necessidade da preparação de professores para desenvolver estratégias de ensino que incluam a maior parte dos alunos nas discussões dos ASC.

Como se pôde perceber no episódio nove, surgiram muitas dúvidas nas discussões dos ASC. Algumas mais simples, que às vezes passaram despercebidas pela professora, outras mais complexas, que requisitaram uma explicação conceitual um pouco mais elaborada que envolvia conteúdos ainda não estudados. Em outros momentos, os alunos expressaram concepções errôneas sobre determinados conceitos químicos. Na condução do debate, apesar de algumas vezes a professora buscar esclarecer os processos, em outras ela permaneceu calada sobre o assunto e as dúvidas dos alunos permaneceram (episódios sete, nove e dez). Isso mostra a dificuldade do professor dar conta de fazer os esclarecimentos necessários durante debates em que várias questões são levantadas ao mesmo tempo, intempestivamente.

Um exemplo marcante de questão conceitual não esclarecida foi o da bateria de celular. No episódio sete, já comentado, um dos alunos afirmou que tais baterias são radioativas. A professora não contemplou esse aspecto e a idéia que as baterias de celular são radioativas parece ter permanecido entre os alunos, o que foi constatado na entrevista, quando um outro aluno manifestou a mesma concepção errônea.

Trecho de entrevista 9 – Entrevista alunos: bateria de celular

- 61. **ENT.:** Ok. Vocês poderiam lembrar de aulas que a professora deu para vocês que tratou de alguma coisa do cotidiano?
- 62. **AE3:** É, cotidiano, eu não sei se é bem assim, são as baterias, que têm radioatividade, que têm radiação. É mais ou menos isso, pode ser?
- 63. **ENT.:** É, coisas que estão ligadas à nossa vida...
- 64. **AE3:** Bom, digamos assim, as baterias de celular não têm...
- 65. **AE4:** É...
- 66. **AE3:**... onde ser jogadas fora. Não tem nenhum anúncio explicando que é radioativo o material, então o pessoal é desinformado disso. Isso aí faz mal a população...
- 67. **AE2:**... para camada do ozônio... [fala simultânea com AE3].

68. **AE3:**... para nós, pessoas...
69. **AE2:** Você tá falando...
70. **AE3:** Isso que eu achei interessante, da bateria, da radioatividade.

Nesse trecho da entrevista, há uma associação errônea da bateria de celular com radioatividade e com a camada de ozônio (turnos 62, 66 e 67). Essas concepções evidenciam que, provavelmente, não ficou esclarecido adequadamente para os alunos o motivo real de não ser recomendável o descarte dessas baterias no lixo doméstico.

Algumas vezes, as tentativas de formulação de resposta às dúvidas dos alunos, por parte da professora, deixaram transparecer um possível desconhecimento sobre o processo em questão. Em outras, a resposta era insatisfatória, não permitindo uma melhor compreensão do assunto. Isso indica que a introdução de ASC exige um amplo conhecimento cultural do professor (episódio nove).

Esses dados evidenciaram que a introdução de ASC acaba por remeter a outros tópicos que muitas vezes, no contexto de sala de aula, não são explorados adequadamente, ou porque demandam conteúdos que os alunos ainda não estudaram ou porque são problemas complexos que fogem ao domínio do professor, ou até mesmo porque o professor é pego de surpresa e naquele instante não está preparado para apresentar uma explicação adequada.

3.4. Conteúdo

Conforme comentamos no capítulo dois, a vinculação do tema com o conteúdo químico, no livro *Química na Sociedade*, nem sempre é orgânica.

Discutimos que as unidades de metais e de cálculos químicos, as quais foram trabalhadas pela Profa. Cristina no segundo semestre, são unidades em que o tema requer conceitos que não fazem parte do conteúdo químico adotado e que os conceitos químicos abordados nem sempre são explorados no tema.

Esse descompasso entre conteúdo químico e tema também foi observado nas aulas da Profa. Cristina. Dessa forma a abordagem de ASC acontecia quase que de maneira independente do conteúdo sem que um requisitasse o outro. Nesse sentido, o que nos parece que foi viabilizado no livro foi o estabelecimento de “pontes” na abordagem do conteúdo químico que permitiam a introdução de ASC. Essas “pontes”, estabelecimento de relações entre conteúdo químico e tema, foram fundamentais, pois elas que possibilitaram a introdução dos ASC no currículo. Todavia, a análise dos episódios um a sete evidenciou que pouco conhecimento químico foi discutido durante a abordagem dos ASC. Considerando, a dificuldade apontada no capítulo dois, dos autores estabelecerem uma relação orgânica entre conteúdo químico e conteúdo temático, em decorrência da organização curricular partir do conteúdo químico, nos mostra que há uma tensão evidente na abordagem de ASC: organicidade entre conteúdo químico e conteúdo temático.

Uma leitura do QUADRO 5, já apresentado anteriormente, referente às aulas que foram acompanhadas, mostra que, em todos os dias em que houve abordagem de temas, a professora abordou tópicos de conteúdo químico. Durante essas aulas, a professora transitava com facilidade do conteúdo químico para o conteúdo temático. Pôde-se observar também no QUADRO 7,

apresentado anteriormente, que o conteúdo temático era trabalhado em diferentes aulas, às vezes com intervalo grande de dias.

Conforme foi comentado no item anterior, uma dificuldade encontrada na abordagem do conteúdo temático era a correta explicação dos processos químicos envolvidos. Nesse sentido, no caso em estudo, ficou evidente a necessidade de um aprofundamento conceitual relativo aos ASC em discussão. Essa foi uma das limitações observadas na abordagem dos ASC desenvolvida pela Profa. Cristina.

O presente estudo de caso evidencia também que à medida que ASC vão sendo explorados, diversos outros podem emergir, dependendo da forma como o professor aborda tais aspectos. A análise dos episódios mostrou que os alunos constantemente estavam introduzindo questões do cotidiano nas aulas de química (episódios três a sete e nove). Com isso, além dos ASC constantes no livro, diversos outros foram explorados ou comentados nas aulas da Profa. Cristina.

O QUADRO 8, a seguir, apresenta os conteúdos de ASC que foram identificados no presente estudo de caso. Nem todos os ASC relacionados foram abordados nos episódios analisados, mas foram identificados nas transcrições das 16 aulas filmadas e nas entrevistas da professora e dos alunos.

QUADRO 8 - ASC abordados no estudo de caso 1

Aspectos	Conteúdos
Ambientais	Descarte de bateria de celular
	Reaproveitamento de material
	Destino e tratamento do lixo
	Desperdício
	Reciclagem
	Como separar lixo para reciclagem
	Esgotamento dos recursos naturais
	Poluição das águas
Econômicos	Controle de qualidade de produtos industriais
	Emprego e indústria
	Qualidade de produtos e exportação
	Preço de mercadoria e consumo
	Preço e medidas
	Propaganda e consumo
Culturais	Valor de produtos importados
Sociais	Trabalho em lixões
	Atitudes do consumidor
	A influência social do poder econômico
	A corrupção na sociedade
	Educação e participação social
Políticos	Importação de matéria-prima
	Responsabilidade do governo
	Escolha de bons candidatos
	Promoção de passeatas
	Participação popular no congresso
Tecnológicos	Padronização industrial de produção e controle de qualidade
	Processo artesanal e industrial
Interações ciência- tecnologia- sociedade	Consequências sociais da química
	Como a tecnologia influencia a sociedade
	Como a tecnologia influencia o conhecimento científico

Aspectos	Conteúdos
Questões do cotidiano do aluno	Alagamento da escola
	Preço de refeição
Conhecimentos científicos culturais	Preparação de argamassa
	Metais e ligas metálicas
	O uso de metais no dia-a-dia
	Aço e ferro gusa
	Identificação do ouro no garimpo
	Galvanização
	Recursos renováveis e não-renováveis
	Acidentes radioativos, possíveis riscos da radiação, isolamento de lixo atômico e existência de usina nuclear no Brasil, vazamento radioativo no Japão
Conhecimentos científicos utilitários	Proteção de verniz de latas de conservas
	Conservação de alimentos
	Coca-cola e nutrição
	Café e saúde
	Fumo e saúde
	Consumo e qualidade dos produtos
	Validade dos alimentos
	Cálculo de preço de mercadoria
Valores e atitudes	Destino adequado do lixo
	Destino da bateria de celular
	Necessidade de evitar desperdício
	Valor de mercadoria (marca, propaganda, importado)
	Preocupação com problemas ambientais
	Necessidade de educação
	Ética de usar somente o necessário
	Valor de mercado e valor humano
	Pagamento de valor exato da mercadoria
	Responsabilidade civil

O QUADRO 8 revela uma quantidade diversificada de ASC discutidos, englobando as inter-relações CTS, valores e atitudes. Esses conteúdos podem ser classificados nas diversas categorias de letramento científico e tecnológico, revisadas no capítulo um. Na classificação de SHEN (1975), categorias: *prática* (conhecimento científico e técnico que pode ser imediatamente usado para ajudar a melhorar o padrão de vida das pessoas) e *cívica* (problemas sociais relativos à ciência e tecnologia). Na classificação de MILLER (1983), dimensão de consciência e compreensão do *impacto da ciência e tecnologia sobre a sociedade*. Na classificação de MILLAR (1996), argumentos: *utilitário* (que justifica o letramento por razões práticas e úteis) e *democrático* (que ajuda os cidadãos a participar nas discussões sobre questões científicas). Na classificação de DeBOER (2000), nos propósitos: (a) ensino e aprendizagem de ciência que tem aplicação direta no cotidiano, (b) ensino dos alunos para serem cidadãos informados, e (c) compreensão da natureza e importância da tecnologia e da relação entre tecnologia e ciência. Na classificação de SOLOMON (2001), objetivos relacionados à: (a) preocupação com os problemas da ciência contemporânea, agora e para o futuro, (b) participação nas tomadas de decisão democráticas e (c) compreensão de como a ciência, tecnologia e a sociedade influenciam-se mutuamente.

Todas essas categorias estão relacionadas com a função de relevância social e de preparação para a cidadania, as quais podem ter uma perspectiva humanística. Conforme discutimos no capítulo um, a educação científica humanística levaria em consideração uma reflexão sobre valores humanos. Isso foi identificado em algumas aulas, conforme indicado no QUADRO 8. Nesse

sentido, podemos dizer que a abordagem de ASC pela Profa. Cristina teve em alguns momentos um caráter humanístico.

A análise dos episódios de abordagem de ASC mostra que vários dos ASC, listados no QUADRO 8, foram apenas mencionados pela professora ou pelos alunos, sem que tenham sido explorados sob diferentes pontos de vistas. Nesse sentido, deve-se considerar que essa abordagem não foi suficientemente explorada no sentido de assegurar o alcance dos propósitos do letramento científico e tecnológico na perspectiva humanística que desenvolvemos no capítulo um.

A discussão não aprofundada dos ASC também reflete a abordagem do livro *Química na Sociedade*, que conforme comentamos no capítulo dois, foi centrada no aspecto ambiental. Os demais aspectos foram introduzidos pelas “questões para discussão”, mas não foram suficientemente explorados nos textos. Assim, podemos dizer que a superficialidade em que foram tratados alguns ASC pode ser reflexo da própria estrutura do livro.

Há, todavia, evidências, pelo grande número de aspectos que emergiram nas aulas, que o tratamento do conteúdo químico desenvolvido deu oportunidade ao aluno de identificar relações entre a química e os seus aspectos ambientais, políticos, econômicos, éticos, sociais e culturais e contribuiu de alguma forma para esse letramento.

Alguns dos aspectos foram abordados em diversas aulas e contribuíram de forma mais significativa para a formação dos alunos. Por exemplo, o aspecto ambiental sobre desperdício foi explorado em três textos abordados em aulas diferentes, além de estar relacionado à temática de lixo que

foi explorada no primeiro semestre (*vide* QUADROS 6 e 7). Dados obtidos nas entrevistas apresentam evidências dessa constatação.

Na “entrevista alunos”, os alunos apontaram ASC que eles gostaram de estudar e deram exemplos da relevância de tais conhecimentos, como ilustrado nos trechos a seguir.

Trecho de entrevista 10 – Entrevista alunos: aula de química

7. **ENT.:** Está bom. A primeira pergunta é o quê que vocês acham da disciplina química?
8. **AE3:** A disciplina química? Como assim?
9. **A:** A química faz parte da vida da gente, não é, do dia-a-dia.
10. **ENT.:** É o que vocês acham. A AE1 acha que ela faz parte do dia-a-dia...
11. **A:** Isso.
12. **ENT.:** Faz parte...
13. **AE1:** Importante porque a gente está aprendendo sobre uma coisa que a gente sempre faz no cotidiano.
14. **AE2:** Tem sempre o conhecimento com o que a gente mexe, que a gente está no dia-a-dia mexendo com a química.

No estudo piloto que desenvolvemos, também entrevistamos os alunos e eles não identificaram nenhuma relação da química com o cotidiano. Conforme veremos no próximo capítulo, os alunos do caso dois estabeleceram essa relação, mas naquele caso ficou evidente que esse foi apenas um discurso retórico, o que não parece que ocorreu com os alunos da Profa. Cristina. Eles não só comentaram no início da entrevista que a química tem relação com o cotidiano, como mostra o trecho acima, mas também deram exemplos de ASC que eles gostaram de aprender. Por exemplo, quando perguntamos sobre o que eles gostaram de estudar em química, eles responderam, entre outras coisas, o que se segue no trecho de entrevista onze, a seguir.

Trecho de entrevista 11 – Entrevista alunos: o que gostaram de estudar

34. **AE3:** Eu gostei pela decomposição do lixo, que eu não tinha conhecimento sobre isso, como é transformado o lixo, reciclado, sobre esse lixo orgânico, e esse lixo químico aí. Foi sobre essa estória que eu gostei.
35. **ENT.:** Ok. AE4.
36. **AE4:** Eu gostei daquela parte que tinha transformações de misturas de coisas, aí tinham as fórmulas para saber o que acontecia, gostei daquilo lá.
37. **ENT.:** AE1.
38. **AE1:** Eu também gostei das transformações, de quanto é importante o lixo, essas coisas assim. Estudar sobre o lixo porque eu não sabia a importância, que o que não serve para mim serve para outras pessoas, essas coisas assim.

Segundo a professora nos informou na entrevista, o tema lixo foi trabalhado em pelo menos três aulas (*vide* QUADRO 6). Esse tema parece ter sido marcante para os alunos, conforme afirmaram no trecho acima e no trecho de entrevista dois, em que comentaram sobre o filme *Ilha das Flores*.

Quando perguntamos aos alunos sobre o que haviam estudado de química do cotidiano, eles comentaram sobre a bateria de celular, que devem ser recolhidas em local apropriado, cujo trecho já foi analisado anteriormente no episódio sete, e comentaram o que segue no trecho de entrevista doze.

Trecho de entrevista 12 – Entrevista alunos: cotidiano

78. **ENT.:** [...]. Lembra de alguma coisa do cotidiano que vocês discutiram?
79. **AE2:** O professor explicou...
80. **AE1:** Foi aquilo sobre material de construção, aquela aula lá. Como é que foi, eu não lembro direito.
81. **AE3:** Ah... sobre, sobre a sobra. Que quando você constrói uma casa sempre sobra alguma coisa. Tem que ter a base, o cálculo do que você vai gastar, para não ficar sobrando, porque você perde aquele material. Um exemplo é o cimento, quando você faz uma massa para rebocar ou construir uma casa, sempre acaba sobrando e você perde.
82. **ENT.:** E o que você achou dessa discussão que foi feita?
83. **AE3:** Eu achei interessante, estão explicando, mas só que não

tem uma coisa que você calcula para você aproveitar aquela massa, aproveitar aquele material que vai sobrar. Não tem nada explicando, não tem uma teoria. Então, acaba sempre perdendo, sempre perde.

- 84. **AE4:** Ou então comprar o material exato para não ter gastos.
- 85. **AE3:** Mas de qualquer maneira, AE4, ainda sempre acontece de sobrar. Sobra, de qualquer maneira sobra, você perde alguma coisa.
- 86. **ENT.:** Mas se a pessoa fizer o cálculo mais preciso não vai sobrar menos?
- 87. **AE2:** Com certeza.
- 88. **AE3:** Tem que saber fazer o cálculo, só que ninguém sabe fazer o cálculo.
- 89. **ENT.:** E por que as pessoas não sabem fazer o cálculo?
- 90. **AE3:** Porque as pessoas não são informadas com isso. Não são informadas aí acaba perdendo, jogando seu dinheiro fora.
- 91. **ENT.:** Então essa aula sobre esses cálculos aí da [xxx] vocês acharam que foi interessante?
- 92. **AE3:** Também foi interessante.
- 93. **AE2:** Eu achei interessante, porque eu aprendi, como é que se faz traço, um de areia, é interessante. Eu não sabia disso porque eu vejo muitas construções o pedreiro faz as coisas de qualquer jeito, não é? Aí eu achei interessante.
- 94. **AE1:** E nós aprendemos também que devemos separar o lixo. Só que a maioria das pessoas não separa. Vidro, essas coisas assim, colocar os restos de alimentos em uma...
- 95. **AE3:** Sacolinha.
- 96. **AE2:** É, aí, vidro, plástico em outra.
- 97. **AE3:** Para facilitar a reciclagem.

Pela opinião desses alunos, a aula do desperdício de materiais parece ter contribuído para que eles compreendessem a importância de serem feitos cálculos (turnos 81, 83, 88, 90 e 93). Isso é um conhecimento fundamental para o letramento dos alunos, os quais se encaixam na categoria “ensino dos alunos para serem cidadãos informados” (DeBOER, 2000) e na categoria “posse do tipo de conhecimento científico e técnico que pode ser imediatamente usado para ajudar a melhorar o padrão de vida das pessoas” (SHEN, 1975). Nesses turnos, os alunos identificam a necessidade das pessoas buscarem informações (“Tem que saber fazer o cálculo, só que ninguém sabe fazer o cálculo” “Eu não sabia disso porque eu vejo muitas construções o pedreiro faz as coisas de qualquer

jeito, não é?”). Despertar, nos alunos, a preocupação em buscar informações tem um caráter educativo importante, pois essa é uma condição para uma educação para a liberdade (FREIRE, 1987).

Apesar desses aspectos positivos, os alunos não mencionaram nada relacionado aos cálculos químicos propriamente ditos, que foram introduzidos após essa aula. No turno 93, AE2 menciona explicitamente os cálculos, mas lembra-se apenas da sua aplicação na preparação de argamassa. Conforme discutimos anteriormente, a abordagem desse conteúdo não foi feita de forma integrada entre conteúdo químico e conteúdo temático. Provavelmente essa foi uma das razões de os alunos não terem estabelecido relações conceituais no comentário que fizeram sobre os ASC estudados.

Do turno 94 ao 97, os alunos mencionaram que aprenderam como separar o lixo para reciclagem, informação essa que é fundamental na educação ambiental. Essa é uma informação básica para se preparar cidadãos para a habilidade de tratar adequadamente o lixo produzido nas residências. A falta desse conhecimento pela população em geral a esse respeito tem sido uma das dificuldades de implantação de programas de coleta seletiva de lixo em vários municípios brasileiros.

A relevância desse conjunto de conhecimentos para o letramento científico foi reconhecida pelos alunos ao final da entrevista, quando eles comentaram sobre o que achavam de estudar aspectos do cotidiano.

Trecho de entrevista 13 – Entrevista alunos: importância do cotidiano

118. AE3: É importante sim, porque é uma coisa que está na nossa vida e muita gente não tem conhecimento disso. É uma coisa

que está sempre na nossa vida, a gente está sempre praticando, fazendo, mexendo com isso. Então, deveria sim, sempre estar passando para pessoa ter conhecimento com isso.

119. AE4: Para pessoa ficar mais informada, estar sabendo do assunto.

120. ENT.: Ok. Querem comentar mais alguma coisa?

121. A: [xxx].

122. ENT.: AE2?

123. AE2: Estou concordando com eles, é importante a gente saber essas coisas. Eu acho que as pessoas também, essas que vão chegar no segundo grau, que vão saber sobre isso aí. Daqui a um tempo vai ter muitas pessoas bem formadas, sabendo essas coisas.

Esses dados nos fornecem indicadores de que, apesar de os ASC não terem sido profundamente explorados pela professora, eles contribuíram para que os alunos compreendessem a importância de tais informações para que eles possam atuar na sociedade na tentativa, por exemplo, de evitar o desperdício e de aproveitar melhor os materiais. Isso é contribuir para a transformação da sociedade consumista em que vivemos.

Nesse sentido, podemos dizer que apesar de todas as dificuldades da professora em explorar os conceitos científicos relacionados aos ASC, nos parece que várias informações relevantes ao cidadão puderam ser fornecidas aos alunos durante as aulas de nosso estudo de caso. Com isso, podemos dizer que a introdução de ASC, de acordo com a abordagem desenvolvida pela professora deste estudo de caso, potencializou a possibilidade da inserção de conceitos relevantes para o letramento científico do cidadão.

3.5. Livro didático

A professora disse em sua entrevista que, geralmente, não tinha o hábito de adotar livro didático. Ela mesma costumava preparar o seu próprio material, mas naquela escola, por decisão da equipe de professores de química, estava adotando livros nos últimos anos. No ano anterior, havia recomendado aos alunos o livro *Química na Sociedade*, porém, poucos tinham comprado e ela não fez uso do livro como livro didático. No ano de nossa investigação, ela resolveu segui-lo como livro didático.

A identificação da professora com o livro foi marcante em suas entrevistas. Isso parece ter contribuído no processo de apropriação do livro didático, o qual, como demonstrado nas análises das suas aulas, guiou o trabalho pedagógico em sala de aula.

Essa identificação parece está muito relacionada a sua trajetória anterior em termos de formação e de experiência de sala de aula, como nos revelam os trechos de entrevista a seguir.

Trecho de entrevista 14 – Entrevista concepções: prática anterior

20. **Profa.:** Eu... eu sempre pegava textos, assim, eu sempre gostei muito de pegar reportagens de jornal, pedir para os alunos pesquisarem. Eu não limitava nada. Pedia para eles trazerem alguma reportagem atual de preferência que para eles é... é... se referissem ao conteúdo de química. Entendeu? Então, eu trabalhava assim, eu pegava em livros variados essas reportagens, esses textos que eles colocam como cotidiano, que na verdade é texto que eles colocam no final do livro. Eu sempre gostei de trazer esses textos pra discutir antes de entrar em algum conteúdo.
21. **ENT.:** É você normalmente usa um livro didático? Você adota livro didático em suas aulas? Como é que você faz.
22. **Profa.:** Não. Sempre trabalhei sem livro.
23. **ENT.:** Sem livro.

24. **Profa.:** A gente trabalhou uma época aqui na escola com um livro. Aquele Tito e Canto...
25. **ENT.:** Certo.
26. **Profa.:** que foi até agora antes de a gente começar esse aqui [refere-se ao livro *Química na Sociedade*], né? Mas eu sempre trabalhei sem adotar livro.
27. **ENT.:** Tá. E você além de textos que você está falando que leva para eles você tirava texto de revista também?
28. **Profa.:** Texto de revista, jornal.
29. **ENT.:** Texto de revista, jornal. Você usava outro tipo de material, apostila não? Ou era mais ou menos...
30. **Profa.:** Olha, mas é... não porque a gente não tem uma apostila elaborada. Então, complicava para a gente fazer esse material. Eu não tinha condição de escrever o material. Né?
31. **ENT.:** Tá certo.
32. **Profa.:** Então, era mais... Escrevia no quadro e o que eu mais utilizava assim de fora eram os textos. [...].
43. **ENT.:** Certo. Normalmente como é que é sua aula? Você... diz que usou os textos antes de começar o conteúdo...
44. **Profa.:** É eu sempre gostei de colocar os textos para motivar, para os alunos sentirem que tem necessidade.
45. **ENT.:** Antes você já fazia isso?
46. **Profa.:** Antes..., é... eu já fiz, assim, não com mais..., agora eu estou fazendo com mais frequência. Porque eu já aprendi, né? Ao longo desse tempo eu já criei uma prática, eu tenho mais facilidade de usar isso.
47. **ENT.:** Certo.
48. **Profa.:** Então, eu não tenho assim medo de o aluno trazer um texto que vai me botar em situação complicada, né? Trazer uma coisa que nem eu conheça. Entendeu? Eu não tenho mais esse medo. Porque antes não, né? A gente..., eu tinha, né? Esse receio, o aluno vir a trazer um assunto que eu não domino e aí como é que eu vou ficar? Entendeu?
49. **ENT.:** Certo. Aí você, então, leva um texto pro aluno sobre aquele assunto que você vai trabalhar para ele ver a importância. Aí depois você faz o quê? Como é que é a suas aulas?
50. **Profa.:** Aí, aí a gente tenta ir, é... justificando o que foi estudado no texto, e... tentando encaixar o conteúdo, da forma mesmo que vocês colocam no livro.
51. **ENT.:** Certo.
52. **Profa.:** Eu já tinha muito material que eu juntei dos Ecodeqs [Encontro Centro-Oeste de Debates de Ensino de Química], da própria faculdade, quando você, né? Nos forneceu alguma coisa. Então eu já tinha..., eu já usa... essa idéia que vocês colocam aí, então, é a idéia que eu já tinha.
53. **ENT.:** Então o livro para você não é uma novidade?
54. **Profa.:** Não, não. É uma tranquilidade para mim...
55. **ENT.:** Você mais ou menos, já vinha mais ou menos trabalhando nesses termos.
56. **Profa.:** É, é. Para mim foi uma grande tranquilidade. Porque evita eu ficar... catar dali, cata daqui. Entendeu? E eu guardo. Não sabe

o que faz. Então eu tinha muita... muito mais trabalho. Então para mim esse livro foi uma maravilha.

Nos turnos 20, 28 e 44, a professora revela que já introduzia em suas aulas, nos anos anteriores, textos de livros, de revistas e de jornais. Ao contrário da organização dos livros didáticos convencionais, que colocam textos sobre assuntos do cotidiano no final do capítulo, a professora, no turno 20, revela que os usava antes de introduzir o conteúdo. Isso evidencia que a professora, antes de usar o livro *Química na Sociedade*, já vinha desenvolvendo uma abordagem peculiar de ASC em sala de aula. Segundo afirma no turno 44, isso era feito com o objetivo de motivar o aluno. No turno 46, a professora aponta que o acúmulo de experiência foi importante para que ela aprendesse a abordar ASC por meio de textos.

Também neste trecho de entrevista, a professora aponta a importância do livro *Química na Sociedade*, uma vez que é difícil para o professor preparar seu próprio material que aborde ASC (turnos 30 e 56). A professora revela que já tinha uma prática anterior que se aproximava da proposta do livro *Química na Sociedade* (turnos 52, 54 e 56). No caso, a abordagem que a professora desenvolvia anteriormente contribuiu de forma marcante para que ela adotasse o livro. Nesse sentido, o livro para ela representava uma tranquilidade (turnos 54 e 56) ao possibilitar uma sequência de ações pedagógicas que está de acordo com o que ela já vinha tentando desenvolver em suas aulas. Como ela mesmo reconhece no turno 56, ela tinha muito mais trabalho quando necessitava buscar materiais para as suas aulas (“cata dali, cata daqui”).

Ainda nesse sentido, nos parece que o uso anterior da professora de livros inovadores na preparação de suas aulas contribuiu para que ela estivesse mais preparada para incorporar novas metodologias. No trecho a seguir, a professora revela o uso de tais materiais inovadores.

Trecho de entrevista 15 – Entrevista concepções: materiais inovadores

77. **ENT.:** Certo. Agora vem cá. Você não usava livro didático, mas você preparava suas aulas baseado em quê?
78. **Profa.:** Eu usava vários livros. Eu não adotava.
79. **ENT.:** Eu sei não adotava, era exatamente o que eu ia falar. Que livros você geralmente usa para preparar as suas aulas?
80. **Profa.:** Olha eu usava esse... Tito e Canto, mesmo o Sardella, várias apostilas que eu tenho do pessoal do Rio Grande do Sul, tenho do pessoal de São Paulo. Tudo coisa que eu guardei ao longo dos anos, né?
81. **ENT.:** Sei.
82. **Profa.:** Então, principalmente do primeiro ano que a gente tem muito mais opção de material, né?
83. **ENT.:** Que material de São Paulo e do Rio Grande do Sul que você fala?
84. **Profa.:** Ah... do Maldaner, não tem aquele pessoal lá do Sul?
85. **ENT.:** Certo.
86. **Profa.:** São Paulo a Roseli...
87. **ENT.:** Certo.
88. **Profa.:**... aquele livro Unidades Modulares.
89. **ENT.:** Então você já usou esse material.
90. **Profa.:** Usei bastante. Em termos de exercícios eu tirava muito dele.

Nos turnos 80, 84, 86 e 88, ela menciona o seu contato com livros inovadores, o que certamente contribuiu para que ela fosse construindo uma prática diferenciada. Isso pode ser um indicador que a trajetória pedagógica anterior do professor contribui de forma significativa para a adoção de novas práticas.

A elaboração de materiais didáticos que incorporem ASC nos parece então ser uma condição fundamental para apoiar o trabalho do professor.

LUMPE, HANEY e CZERNIAK (1998) apontam que os materiais curriculares que abordam ASC têm um papel fundamental no processo de implementação de cursos CTS. Nesse sentido, a nossa análise identificou como o livro auxiliou no processo de consolidação de uma prática de abordagem de ASC, evidenciando a importância do desenvolvimento de materiais de ensino.

Não só os materiais didáticos, mas os cursos e encontros de ensino de química, também, tiveram uma influência na prática da professora, como mencionado no turno 52 (“Ecodeqs, faculdade”). No trecho a seguir, a professora revela ainda a contribuição de um outro curso de formação de professores e nos fornece dados para compreender a mudança de sua trajetória em direção à adoção de uma nova forma de abordar os ASC.

Trecho de entrevista 16 – Entrevista concepções: curso sobre o livro *Química na Sociedade*

97. **ENT.:** Hum, hum... Aí como é que você acha que a gente poderia fazer, em termos de exemplos de contextualizar nessa perspectiva que você falou aí de..., é... levar um ensino para formar o cidadão. Como você acha que seria isso em sala de aula? Um exemplo aí.
98. **Profa.:** Olha eu..., eu... até vinha..., assim... fazia, fazia, mas depois no final eu sentia que não tinha feito muito entendeu? Agora depois até que eu venho conversando com a Marília [colega do grupo PEQS], depois que você colocou naquele curso [curso do ano anterior sobre o livro didático] que a gente fez a necessidade de... de... levantar propostas, né? Ações para serem realizadas. Então, coisas que às vezes a gente não tocava, mas não dava uma ênfase para aquilo, que agora eu estou fazendo, inclusive nesse início eu pedi para eles..., é... esse tipo de trabalho, de atividade, de a gente propor ação possível de a gente realizar. Entendeu? Porque não adianta nada a gente achar que o Homem é o grande vilão da história, é o culpado do... do efeito estufa, da poluição, mas o Homem é aquele que está lá. Não sou eu, não somos nós. Então, né? O Homem somos nós. Nós... é que..., o que nós podemos fazer? Eu acho que é nesse sentido. Então, é o que eu sempre coloquei... agora estou colocando para eles, principalmente nesse ano que eu estou disposta de trabalhar mesmo esse material. Então, a questão de propor ações possíveis de a gente realizar.

Entendeu? Que eu até coloquei todo assunto, todo conteúdo vamos ver se a gente consegue levar para esse lado. Tá? Porque assim eu acho que a gente no final do ano vai ter um resultado, nós aprendemos química e realmente a gente está utilizando isso lá fora. A gente não saiu daqui, é... aprendendo e depois esquecendo não. A gente vai depois ter aplicação disso realmente, né?

99. ENT.: Certo. Bom, mas...

100. Prof.: Talvez eu não tivesse isso tão claro. Agora, assim, eu estou realmente com isso bem definido.

101. ENT.:... mas, você falou que antes você já fazia essas coisas.

102. Prof.: Eu fazia. Mas assim, não..., não..., não... com tanta ênfase você entendeu? Então eu achava... assim, quando chegava no final do ano parece que não tinha atingido o objetivo.

103. ENT.: Por que você acha que não tinha atingido o objetivo?

104. Prof.: Porque eu não..., não..., não... vestia a camisa, você entendeu? Eu fazia aqui, fazia ali, mas não..., não... fazia a questão da ação. A questão da ação para cada um fazer fora da sala de aula, entendeu?

105. ENT.: Certo.

106. Prof.: Eu não chegava a discutir essa questão do que a gente tem de ser mudar. Qual a nossa posição que tem de ser mudada. O que eu tenho que mudar no meu trabalho, entendeu? Dentro de casa?

107. ENT.: Estou entendendo.

108. Prof.: Eu não fazia isso com tanta ênfase. Então, eu acho que eu..., eu..., eu era prejudicada no meu trabalho nesse final assim. Entendeu?

109. ENT.: Certo.

110. Prof.: Eles não..., não... levavam isso como..., assim o..., não aplicavam realmente o que aprenderam por causa disso.

Aqui a professora menciona a contribuição do curso a respeito do livro (turno 98). Segundo analisamos nos trechos de entrevista 13 e 14, a professora já tinha uma prática anterior de abordar ASC por meio de textos. Porém, conforme ela revelou no trecho 13, isso era feito para motivar os alunos (turno 44: “É eu sempre gostei de colocar os textos para motivar, para os alunos sentirem que tem necessidade”). Ela reconhece, no trecho 15, que os resultados dessas ações com o objetivo de motivar os alunos ficavam aquém de suas expectativas (turno 98: “... eu sentia que não tinha feito muito”; turno 102: “... quando chegava no final do ano parece que não tinha atingido o objetivo”), pois a abordagem não era na

perspectiva do desenvolvimento de valores e atitudes para a formação da cidadania (turno 104: “Eu fazia aqui, fazia ali, mas não..., não... fazia a questão da ação. A questão da ação para cada um fazer fora da sala de aula”).

A partir do curso que fez, a professora disse que começou a mudar a sua prática (turno 98: “Então, coisas que às vezes a gente não tocava, mas não dava uma ênfase para aquilo, que agora eu estou fazendo”). Ela passou a dar uma ênfase na busca de “ações” (turnos 98 e 104), as quais implicam desenvolver valores e atitudes em direção à transformação da sociedade. A participação da professora no curso de formação que culminou com o uso do livro na sala de aula é também um processo de formação política, de cidadania crítica. Isso foi revelado não só no discurso, mas também na sua prática pedagógica, como foi constatado na análise do episódio sete.

O livro *Química na Sociedade* teve uma contribuição nesse sentido, pois propiciou um trabalho de melhor qualidade, na avaliação da própria professora, facilitando o seu trabalho de sala de aula, pois antes ela ficava “cata daqui, cata dali” e o seu trabalho não era tão bom como agora (turno 104: “Então, eu senti assim, que eu ficava cata daqui, cata dali. Eu não fazia um trabalho muito bom, podia fazer muito melhor”).

Um outro dado que nos revela que a professora já tinha concepções próximas da concepção do livro *Química na Sociedade* advém do fato de que ela, com 14 anos de experiência no magistério, não tinha o hábito de adotar livro didático, ou seja, ela não se identificava com a abordagem dos livros de química convencionais. Ela exercia uma certa autonomia ao preparar o seu próprio material e ao escolher sua própria forma de ensinar. E, para isso, ela consultava

diversas fontes buscando construir a sua prática. No ano anterior, naquela mesma escola do estudo de caso, o livro *Química na Sociedade* foi adotado, mas a professora não o seguiu como livro didático. Após ter tido contado com o livro durante o ano anterior e após o curso que fez sobre o livro, a professora passou a se identificar com o livro e aí a adotá-lo. Certamente, se não tivesse havido uma sintonia entre ela e o livro didático ela não o teria adotado. Nos parece, então, que essa foi uma das condições para que algum sucesso fosse alcançado na abordagem dos ASC no presente estudo de caso. A própria professora comentou sobre a importância da visão do professor nesse processo no final de sua última entrevista.

Conforme já comentamos, em vários momentos a professora usou estratégias semelhantes a do livro, tais como: perguntar sobre o que os alunos pensavam sobre o assunto antes de introduzir o conteúdo, explorar as questões “responda antes de prosseguir”, discutir os ASC que estavam presentes nas “questões para discussão”, convidar os alunos para fazer uma atividade que vai auxiliar na compreensão do conceito em estudo, usar a mesma argumentação do livro na articulação entre conteúdo químico e conteúdo temático. Em suas explicações, às vezes fazia uso de termos conceituais que estão presentes no livro e que não são usuais em outros livros, como o termo constituinte. Além disso, toda a estrutura curricular adotada no planejamento da professora seguia a mesma estruturação do livro, mesmo quando a professora não estava fazendo leitura do livro ou trabalhando com atividades e outras estratégias que não as do livro.

Em síntese, podemos dizer que a trajetória anterior da professora viabilizou a adoção do livro que se tornou o condutor de seu planejamento pedagógico. Com esse processo de apropriação da professora do livro didático, ela aprimorou a sua prática, incorporando novas dimensões na sua abordagem.

3.6. Engajamento dos alunos

Enquanto um grupo de alunos participava ativamente das aulas com motivação e interesse, outro estava sempre conversando, demonstrando desinteresse e alheamento pelo que estava sendo discutido. Isso acontecia tanto nos momentos em que a professora estava discutindo ASC como nos momentos em que estava fazendo exposição sobre os conceitos químicos. Na análise que fizemos do episódio cinco, mostramos que os vários alunos permaneceram alheios ao debate, muitas vezes atrapalhando o desenvolvimento da aula. Na sequência dessa aula (que foi gravada mas não apresentada nesta tese), logo após o episódio cinco, pudemos constatar que esse alheamento de parte da turma continuou mesmo depois de a professora iniciar o desenvolvimento do conteúdo químico.

As observações das aulas nos mostram, portanto, que a abordagem de alguns ASC resultaram em uma mobilização maior da turma (episódios cinco e sete), porém em todos os episódios, sempre uma parcela da turma continuou alheia ao que se passava. Isso pode ser observado na maioria dos episódios analisados anteriormente, nos quais há comentários da existência de alunos que estão conversando durante a aula.

Como foi observado nos episódios analisados, durante as discussões dos ASC, os alunos participativos respondiam prontamente as questões da professora e mantinham interação com ela sobre o assunto. Eles introduziam o seu ponto de vista e levantavam outros aspectos. Em alguns momentos, havia um debate mais caloroso, com vários alunos falando ao mesmo tempo.

Verifica-se, então, que a análise isolada das falas dos alunos nos debates evidencia um interesse, daqueles que tomavam parte no debate, pelo assunto e um bom engajamento nas discussões. Já a análise do vídeo evidencia que outros alunos ficavam dispersos durante o debate, sem dirigir a atenção para a professora e mantendo conversas paralelas. Essa situação se repetia, principalmente, quando havia leitura do texto em voz alta pela professora ou por algum aluno. Muito raramente esse quadro alterou-se. Nós tivemos oportunidade de comentar uma dessas alterações quando da análise do episódio sete, no qual um número maior de alunos engajou-se no debate.

O episódio cinco nos chamou atenção pelo fato de ter sido iniciado com um envolvimento caloroso de parte dos alunos, que manifestaram um grande interesse em discutir a questão do preço dos alimentos em restaurantes. A hipótese que levantamos, por ocasião da análise daquele episódio, foi de que o fato desse tema ter relação com a vida dos alunos fez com que eles se engajassem com mais entusiasmo na discussão. Todavia, também nesse episódio apenas uma parte da turma se envolveu com tal entusiasmo. Isso nos dá uma evidência de que a introdução de ASC, mesmo quando está diretamente associado à vida dos alunos, não implica necessariamente em um engajamento

de todos os alunos nas aulas e até mesmo em um aumento de interesse dos alunos pelo estudo da química, conforme comentaremos mais a frente.

Com relação ao interesse dos alunos pelos ASC, se considerarmos o grupo que interagiu com a professora, podemos afirmar que havia de fato uma grande motivação. Na entrevista com os alunos, eles reconheceram a importância da química no cotidiano e estabeleceram relação entre o que aprenderam com o cotidiano deles, dando exemplos de ASC explorados pela professora, como já foi exemplificado no item anterior.

Um dos alunos entrevistados, que tinha uma participação muito ativa na aula, disse na entrevista que não gostava da química, apesar de reconhecer a importância de seu estudo. Isso mostra que o fato de o aluno participar não significa que ele tenha uma grande apreciação pela disciplina, como também, que o fato de os alunos não participarem não significa desinteresse pela mesma. Por exemplo, os dois alunos selecionados aleatoriamente no grupo dos que não participavam da aula, segundo apreciação da professora, afirmaram na entrevista que gostavam da disciplina e que estavam aprendendo coisas interessantes.

O interesse dos alunos pelas aulas de química não se restringia à abordagem temática. Na entrevista, eles deram exemplos de conteúdos químicos que despertaram interesse.

Trecho de entrevista 17 – Entrevista alunos: opinião sobre o que acharam de interessante das aulas de química

39. ENT.: E das aulas de química, teve alguma coisa de diferente que vocês acharam interessante na aula, alguma coisa que chamou a atenção?

40. AE3: Bom, o que me chamou a atenção foi essa parte de flogístico. O negócio da teoria sobre transformar ferro em ouro. Porque isso não foi aprovado, foi?

41. **AE2:** O elixir da longa vida, o elixir da longa vida [risos].
42. **AE3:** O elixir da longa vida. Eu achei interessante. Foi sobre o...
43. **AE4:** Eu também achei.
44. **AE3:**... foi sobre o Lavoisier parece, não foi? Não, Lavoisier era massa, não é, media massa, e do flogístico...
45. **AE2:** Era tudo do alquimista.
46. **AE3:** É, tudo parecido, só essa técnica do flogístico de transformar ferro em ouro. Só que não aconteceu isso, essa química. Essa parte que eu achei interessante.
47. **ENT.:** Ok., AE4, você lembra de alguma coisa sobre as aulas de química...
48. **AE4:** A melhor aula?
49. **ENT.:** É, alguma atividade que foi feita que você gostou?
50. **AE4:** Então, foi essa aí, transformação, mistura, que ela mostrava, a professora, era...
51. **AE3:** Espaço vazio...
52. **AE4:**... álcool com açúcar...
53. **AE3:** Espaço vazio na água.
54. **AE4:** É.
55. **AE3:** Ela colocou lá mostrando.

Outro fato marcante observado nas aulas foi a elevada freqüência de assuntos do cotidiano introduzidos espontaneamente pelos alunos, durante os debates, conforme já comentamos no item 3.4, referente ao conteúdo. Esses dados nos levam a supor que os alunos se envolviam de maneira muito espontânea e demonstrando interesse nas discussões dos ASC.

De modo geral, não constatamos nenhuma diferença marcante entre a dispersão dos alunos por ocasião da abordagem temática e do conteúdo químico. Houve, contudo, um caso em que uma aluna deixou evidente o seu descontentamento em estudar cálculos químicos por não terem relevância para a sua vida, que é mostrado no episódio onze.

Episódio 11 – Para que eu vou usar isso? (aula 10, 13.09.1999, 21:12 h às 21:13 h)

1. **A3 e A4:** [xxx]. [alunas conversam com a professora em tom ininteligível. A4 brinca rindo, esticando os seus longos cabelos para cima, como se estivesse ficando doida].
2. **A1:** Você faz cálculo, cálculo, cálculo. Para quê eu vou usar isso?

- [Diz batendo a mão na carteira com tom de descontentamento].
3. **Profa.:** Vamos fazer a leitura dessa unidade para entender um pouquinho porque.
 4. **A1:** É. Para quê?
 5. **Profa.:** Olha! A gente fica estudando isso o ano inteiro e você ainda não se convenceu?
 6. **A1:** [xxx].
 7. **A1:** Não! Você não convenceu! [A professora começa a leitura do texto].

A aluna A1 participava ativamente quando a professora discutia alguma questão social, mas demonstrava desinteresse pela aula quando a professora resolvia exercícios. Isso evidencia que o fato de o aluno ter interesse pela discussão social, não implica que ele passa a se interessar pelo conteúdo químico propriamente dito. No episódio acima, a professora estava trabalhando cálculos a partir das leis das reações. De fato, parece que a aluna tinha conhecimento do argumento do livro e da professora, de que aquilo era importante para ajudar a entender uma série de processos, mas esses argumentos não a convenciam, pois ela não identificava utilidade para os mesmos. Ou seja, não é simplesmente apontando para o aluno as aplicações do conhecimento químico, que estaremos dando relevância ao conteúdo.

O conjunto de observações destacado neste item nos indica que, para este estudo de caso, a introdução de ASC parece contribuir para uma maior interação entre professora e alunos nas aulas em que há tais discussões e para um maior engajamento dos mesmos em discussões que são mais próximas de seu cotidiano, sem que, contudo, o contexto geral de motivação e envolvimento dos alunos na disciplina tenha uma alteração mais significativa, ou seja, os alunos mais desinteressados nas aulas continuaram desinteressados.

Isso nos leva a refletir sobre a questão do ensino do cotidiano e da motivação. O processo educacional é muito complexo, depende de vários fatores. A discussão de ASC pode aumentar a motivação dos alunos pelas aulas, mas não necessariamente pela disciplina, pois a sua estrutura conceitual tem peculiaridades que fazem com que alguns alunos não tenham empatia pela mesma. Esses continuarão achando a disciplina desinteressante. Com ou sem a discussão de ASC.

Além disso, deve-se considerar que, conforme analisamos no trecho de entrevista oito, a Profa. Cristina tinha dificuldade de desenvolver estratégias que incluíssem os alunos que estavam desinteressados nas aulas. Nesse sentido, podemos dizer que o envolvimento dos alunos que manifestam desinteresse pelas aulas pode ser alterado, talvez mais pelo uso de estratégias do professor, do que propriamente pela introdução de ASC.

O interesse dos alunos que participavam das aulas em discutir ASC no presente caso pode ter relação com as formas de intervenção pedagógica da professora, pois algumas de suas estratégias interativas, como já discutimos anteriormente, contribuíram para um maior envolvimento desses alunos participativos. Uma segunda relação que pode ser estabelecida refere-se ao fato de serem alunos trabalhadores mais idosos do que os do diurno. Segundo o relato de professores que têm adotado o livro *Química na Sociedade*, alunos do curso noturno e de escola pública tendem a ter mais interesse em discutir ASC do que alunos do diurno.

Sobre a compreensão dos processos químicos relativos aos temas sociais, apenas a fala isolada dos alunos não nos permite extrair conclusões mais

elaboradas sobre o que de fato estavam entendendo. Contudo, a análise que desenvolvemos anteriormente dos episódios da discussão dos exercícios de metais referentes ao vídeo (episódios oito e nove) nos indica que as explicações dadas pelos alunos manifestavam concepções alternativas sobre os processos, sem o uso correto de conceitos científicos. Em outros momentos, conforme já discutimos, ficou evidente que os alunos não tinham uma compreensão clara do processo ou até mesmo tinha uma concepção errônea.

A Profa. Cristina percebeu essa limitação dos alunos, no que diz respeito à questão conceitual. Disse ela em sua “entrevista final”:

Trecho de entrevista 18 – Entrevista final: compreensão conceitual dos alunos

- 38. Profa.:** [...]. Tem coisas que realmente eles têm uma idéia assim meio distorcida, meio... Uma idéia diferenciada daquilo que é realmente, né? Mas uma idéia eles sempre têm. Têm sempre uma idéia sobre o assunto que é tocado. [...].
- 39. ENT.:** E aí no caso desses alunos que têm uma idéia distorcida como é que você vê que a gente poderia trabalhar com eles, por exemplo? Olha lá e explica com as palavras dele o que ele entende daquele processo, mas que a gente analisa que de acordo com a ciência não seria bem assim. Como é que a gente pode trabalhar com esses alunos?
- 40. Profa.:** Olha, a gente poderia trabalhar bem melhor se a gente tivesse mais tempo, né? Com esse nosso tempo a gente acaba deixando a desejar. Eu sei que a gente acaba passando por cima. Eu mesmo acabo passando por cima de algumas coisas que deveriam ser trabalhadas mais detalhado, né? [...].
- 41. ENT.:** Então, uma dificuldade que você sente no caso do noturno é a questão do tempo.
- 42. Profa.:** É eu acho.
- 43. ENT.:** Poucas aulas e as aulas curtas, né? E de manhã você tá dando aula pra primeira série de manhã?
- 44. Profa.:** De manhã não tem. Eu tenho o segundo ano de manhã. Eu não tenho esse comparativo de matutino com noturno.
- 45. ENT.:** E no segundo ano você tá podendo usar texto com eles?
- 46. Profa.:** Tô. Eu usei o início do material de vocês com eles de vocês mesmo. Eu usei ele todo. E depois tentei dar continuidade no trabalho da mesma forma que eu vinha fazendo, né?
- 47. ENT.:** Certo. Mas não dá para fazer uma comparação? De manhã está havendo uma discussão maior.

- 48. Profa.:** Ah, sim. De manhã rende mais. É melhor porque o pessoal tá mais por conta de estudo, né? Aqui você deixa uma atividade e eles não fazem. No noturno porque não tem tempo. Então, você começa em sala e pede pra fazer em casa e eles não fazem. Tanto é que eu nem quase passo trabalho no noturno. Agora de manhã não. Que você pede, eles fazem. Assim, praticazinhas simples. Como indicar [xxx]. Eles fizeram em casa sem problema. Obtive resultado. Eu acho que de manhã por causa do tempo maior e do pessoal que está mais disponível pro estudo a coisa anda mais, rende mais.

Nos parece ser plausível a hipótese da professora de que uma das dificuldades de aprofundar o estudo dos conceitos científicos estava relacionada ao ensino noturno. Os próprios alunos também apresentaram tal argumento na entrevista que fizemos com eles.

Trecho de entrevista 19 – Entrevista aluno: ensino noturno

- 113. ENT.:** Ok. E o fato de vocês estudarem desta maneira, para vocês, tem facilitado mais a aprendizagem, tem sido mais difícil, tem dificultado alguma coisa?
- 114. AE3:** Bom, pelo que eu vejo falar do ensino da noite, é uma coisa assim, bem resumida. Pode falar tudo assim?
- 115. ENT.:** Pode.
- 116. AE3:** Pessoas que também, é cansaço do trabalho, pessoas que trabalham de manhã, de tarde, não pegam uma aula bem explicada, sempre resumido, sempre resumidas as coisas. Então, para gente entrar no vestibular, entrar numa faculdade, tem que, além de aprender aqui no colégio, no ensino médio, a gente tem que fazer um cursinho e olhe lá, para tentar uma coisa na vida. Porque não é uma coisa assim, bem explicada. Porque o ensino da noite, eu acho que é diferente da parte da manhã, eu acho que o pessoal tem mais chance e aprender do que o pessoal da noite.

Constata-se aí um aspecto curioso: o ensino noturno parece oferecer condições favoráveis para a introdução de ASC, ao mesmo tempo, que as suas condições de funcionamento se configuram em uma dificuldade para abordagem conceitual desses aspectos.

Essa tensão revela condições limitantes da abordagem de ASC. Várias outras puderam ser encontradas nos demais casos que acompanhamos em sala de aula e que são apresentados no próximo capítulo. A análise desses casos vai fornecer várias contribuições para o entendimento das condições para a abordagem de ASC e importantes reflexões a respeito do processo de formação de professores.

5. AS CONTRIBUIÇÕES DOS DEMAIS CASOS AO ESTUDO DA ABORDAGEM DE ASC

É a partir deste saber fundamental: **mudar é difícil mas é possível**, que vamos programar nossa ação político-pedagógica...

Paulo Freire (Pedagogia da Autonomia).

No presente capítulo, vamos apresentar uma síntese das principais contribuições que puderam ser extraídas dos demais estudos de caso em relação as nossas questões de pesquisa. Apesar dos professores desses casos não terem abordado de forma sistemática ASC, como aconteceu com o primeiro caso analisado no capítulo anterior, eles nos forneceram importantes dados que permitem uma ampliação das respostas as nossas questões de investigação.

A análise desenvolvida para os estudos de casos dois a quatro foi conduzida da mesma forma que fizemos para o estudo de caso um, a partir das entrevistas e das aulas que gravamos. Considerando, que já foi ilustrado no capítulo anterior a metodologia usada em nosso processo analítico, optamos por não apresentar os demais casos na forma de estudo de caso, ou seja, com a apresentação detalhada dos dados obtidos, evitando-se assim que o texto final da tese ficasse por demais extenso.

1. Contexto dos casos

a) Caso 2

A escola deste caso é uma escola pública, de médio porte, que situa-se na periferia da cidade de Taguatinga.

A turma era constituída, na sua maioria, por jovens na faixa etária de 15 a 17 anos. Os alunos não trabalhavam e pertenciam ou à classe social de baixa renda ou à classe média, sendo que mais ou menos 70 por cento da turma era constituída por alunos de classe média. Ao todo eram 35 alunos bem assíduos.

A turma tinha três aulas de química por semana, uma aula às segundas-feiras das 15:45 h às 16:30 h e duas aulas às quartas-feiras das 15:45 h às 17:15 h. Ocasionalmente, nas quartas-feiras, metade da turma se revezava no primeiro e segundo horários, com aula no laboratório com outro professor.

O Prof. José da Silva, deste caso, é brasileiro, de descendência japonesa. Na época em que a pesquisa foi realizada, era solteiro, morava na cidade de Taguatinga e tinha 25 anos. Tinha o domínio de duas línguas estrangeiras, inglês e japonês. Não participava regularmente de atividades de outras organizações como associações e partido político. A suas principais fontes de informação eram jornal escrito, telejornal e revistas. Lia diariamente jornais. As sessões de interesse nos jornais eram política, cultura e lazer, notícias locais e sociedade. Participava mensalmente de eventos culturais, como shows, espetáculos teatrais e cinema. Assistia a programas de televisão com frequência diária de até uma hora e se interessava por telenovela, filmes e entrevistas. Tinha

uma situação socioeconômica que pode ser descrita como de classe média. Os seus pais tinham ambos o ensino superior completo. O seu pai pertencia ao grupamento profissional um do questionário socioeconômico-cultural (*vide* anexo 1.3) e a sua mãe não exercia atividades profissionais, além das atividades domésticas.

O Prof. José da Silva graduou-se em 1998. Atuava em escola pública no diurno e em escola particular no noturno e tinha uma carga horária semanal em sala de aula de 33 horas aula. Aquele ano em que desenvolvemos a presente pesquisa era o primeiro ano de experiência desse professor no magistério de química. Anteriormente ele havia lecionado aulas particulares de música, piano, estética musical, orquestra e prosódia. O Prof. José da Silva já havia feito três cursos de extensão para professores de química, com carga horária média de 30 horas cada um, ministrados pela Universidade de Brasília. Naquele ano ele estava participando de um quarto curso de extensão. Havia participado também de um Ecodeq (Encontro Centro-Oeste de Debates em Ensino de Química).

No curso de graduação, o Prof. José da Silva apresentou como projeto final de curso uma monografia na qual ele analisou o livro *Química na Sociedade* e entrevistou um dos autores do livro.

b) Caso 3

A escola deste caso foi um Centro Educacional que é uma escola pública situada próximo ao centro da cidade de Ceilândia.

A turma tinha duas aulas de química por semana às quartas-feiras, das 07:30 h às 09:10 h. Era constituída por jovens na sua maioria com 15 anos de idade. Os 50 alunos da turma eram bastante freqüentes, não trabalhavam e,

segundo informações da professora, pertenciam à classe social de baixa renda e à classe média.

Os alunos tiveram aulas de laboratório extraturno no primeiro semestre. No segundo semestre, o laboratório entrou em reforma e as aulas foram suspensas. Um professor trabalhava exclusivamente com as turmas de laboratório e, a cada semana, atendia a turmas diferentes. Dessa forma, cada turma tinha uma aula de laboratório de três em três semanas.

A turma ficou sem professor de química durante quase dois meses e durante o período que estivemos acompanhando a professora, os alunos perderam diversas aulas, por motivo de paralisação dos professores e por motivo de doença da professora que ficou afastada por duas semanas consecutivas.

A Profa. Marli, deste caso, é brasileira, é solteira na época da realização da pesquisa, morava na cidade de Taguatinga e tinha 23 anos. Não participava regularmente de atividades de outras organizações como associações e partido político. A sua principal fonte de informação era a leitura de revistas, as quais lia semanalmente. As sessões de interesse nos jornais eram cultura e lazer, esportes, notícias locais, sociedade e classificados. Participava ocasionalmente de eventos culturais, como shows e espetáculos teatrais e freqüentava cinema mensalmente. Assistia a programas de televisão ocasionalmente e se interessava por noticiário, filmes, entrevistas e programas de humor. Tinha uma situação socioeconômica relativa à da classe média. O seu pai tinha o ensino superior completo e a sua mãe o segundo grau incompleto. O pai pertencia ao grupamento profissional dois do questionário socioeconômico-cultural (*vide* anexo 1.3) e a mãe, ao agrupamento um.

A Profa. Marli estava no seu último ano de curso de Licenciatura em Química na Universidade de Brasília. No ano anterior, havia lecionado na rede de ensino público como professora de laboratório. Aquele ano era o primeiro que assumia turma regular de química. Havia participado anteriormente de um Encontro de Ensino de Química e naquele ano estava participando de cursos de extensão para professores oferecidos pela Universidade de Brasília. Trabalhava em duas escolas na rede de ensino público com uma carga horária semanal em sala de aula de 27 horas aula.

c) Caso 4

A escola é uma escola particular situada na cidade de Taguatinga, que oferece ensino fundamental e ensino médio. A escola pertence a uma rede de escolas particulares que tem estabelecimentos também nas cidades de Brasília e Guará.

A escola adotava como *slogan* publicitário desenvolver uma proposta pedagógica de ensino construtivista. No início do ano, eram promovidas reuniões pedagógicas, para as quais eram convidados professores da universidade para prestar assessoria. A coordenadora pedagógica da escola era muito dinâmica e interessada em novas propostas pedagógicas.

Apesar da coordenadora pedagógica buscar novas metodologias, a orientação metodológica daquela rede de escolas era baseada no planejamento sistêmico e todos os professores tinham que seguir rigorosamente um planejamento estabelecido, com o cumprimento de conteúdos programáticos e de datas de provas. Segundo a professora deste caso, a principal cobrança da

escola, em relação aos professores, era a aprovação de seus alunos no vestibular.

A escola tinha quatro professores de química, sendo um único professor de primeira série. Essa equipe era bem entrosada e se reunia semanalmente para discutir o planejamento de ensino.

No primeiro semestre, a turma esteve sob a responsabilidade de uma professora do grupo PEQS, a qual entrou de licença maternidade no segundo semestre, sendo substituída pela Profa. Soraia, deste caso.

A turma tinha três aulas de química por semana, sendo uma aula às segundas-feiras, das 09:00 h às 09:50 h e duas aulas às quintas-feiras, das 08:10 h às 09:50 h. Era constituída por jovens de 15 anos. Os alunos não trabalhavam e pertenciam à classe média, com renda superior aos alunos das escolas dos demais casos. A turma tinha 50 alunos, os quais eram freqüentes.

A Profa. Soraia é carioca, casada, tinha 25 anos na época da investigação, tinha um filho, morava na cidade de Sobradinho, distante cerca de 50 quilômetros da escola. Não participava regularmente de atividades de outras organizações, como associações e partido político. A sua principal fonte de informação era jornal falado. Lia semanalmente jornais e revistas. A sessão de interesse nos jornais era notícias locais. Participava ocasionalmente de eventos culturais, como shows, espetáculos teatrais e cinema. Assistia ocasionalmente a programa de televisão e se interessava por noticiário, filmes, programas de variedades, entrevistas e programas de humor. Tem uma situação socioeconômica relativa à da classe média. O seu pai tinha ensino superior incompleto e a sua mãe segundo grau completo. O pai pertencia ao grupamento

profissional três do questionário socioeconômico-cultural (*vide* anexo 1.3) e a sua mãe ao agrupamento quatro.

A Profa. Soraia graduou-se em Licenciatura em Química pela Universidade de Brasília em 1998, tinha na ocasião da pesquisa cinco anos de experiência no magistério e lecionava também em uma escola pública no noturno, tendo uma carga horária semanal em sala de aula de 31 horas aula. Antes de substituir a professora, trabalhava naquela mesma rede escolar há dois anos na coordenação pedagógica de ciências, tendo sido responsável pelo projeto de implantação de laboratórios de química, física e biologia em todas as escolas da rede. Ela estava participando de um curso de educação ambiental no segundo semestre daquele ano e havia participado de dois congressos de educação, sendo um Ecodeq.

Pelo exposto, percebe-se que os professores dos três outros casos eram professores jovens, recém-formados (uma concluiu o curso ao final daquele ano), com pouco tempo de magistério e logo eram menos experientes que a Profa. Cristina. As escolas dos casos dois e três eram públicas e, embora de menor porte, de mesmo contexto socioeconômico da escola da Profa. Cristina. A escola do caso quatro era particular com contexto socioeconômico muito diferente do estudo de caso um. Os alunos dos casos dois a quatro eram todos do diurno, portanto, mais jovens do que os alunos do estudo de caso um e, ao contrário daqueles, não-trabalhadores.

Outro fato marcante dos quatro professores é que todos tiveram uma experiência de formação com o pesquisador, a Profa. Cristina, no curso específico sobre o livro e os demais em disciplinas do curso de licenciatura da UnB. Nesse

sentido, todos eles tinham conhecimento de textos do pesquisador sobre formação da cidadania e ensino CTS.

2. Concepções

Todos os professores dos outros casos afirmaram enfaticamente que o objetivo do ensino médio é preparar os alunos para a cidadania.

Quando perguntamos ao Prof. José da Silva, do segundo caso, qual é o objetivo do ensino médio e o que o aluno deve aprender de química no ensino médio ele disse que o principal objetivo é a formação de cidadãos conscientes, pessoas que pensam, que saibam tomar decisões e que o aluno deve ter pelo menos um conhecimento químico que o ajude a esclarecer fatos.

A concepção que sobressaiu em sua entrevista era a de que o papel básico do professor é desenvolver no aluno a capacidade de emitir opinião, de saber responder questões. Essa preocupação tinha relação também com outro aspecto que ele considerava importante no magistério: o relacionamento professor-aluno. O Prof. José da Silva tinha uma preocupação em dar atenção aos alunos, não só em suas dúvidas sobre o conteúdo, mas também em questionamentos sobre a vida. Além disso, o professor manifestou que buscava trabalhar o conteúdo químico a partir das idéias prévias dos alunos, o que se aproxima de uma concepção construtivista de ensino.

Na suas entrevistas, o Prof. José da Silva fez uso ainda do argumento utilitário para justificar a introdução de ASC e mencionou a necessidade de discussão de temas da comunidade.

A Profa. Marli, do terceiro caso, também disse que o objetivo do ensino médio é preparar o aluno para a cidadania. Ela considerou que a química é importante, pois permite ao aluno interpretar notícias, debater assuntos e compreender processos químicos que estão presentes no cotidiano do aluno. Para ela os ASC facilitam a aprendizagem, evitando que o aluno apenas decore conceitos sem significados.

Da mesma forma, a Profa. Soraia, do quarto caso, considera que o principal objetivo do ensino médio é a formação de cidadãos e que os ASC apresentam a função de motivação e de facilitar a aprendizagem. Ela considera que o conhecimento torna-se mais significativo para o aluno quando ele é abordado a partir de situações do cotidiano. Apontou, ainda, como outra função da abordagem de ASC o desenvolvimento de habilidades e competências para que o aluno seja capaz de utilizar o conhecimento químico para explicar processos do dia-a-dia, que muitas vezes ele não conseguiria explicar pelo senso comum.

O seu discurso sobre como pensa em abordar os ASC reflete a concepção de que essa abordagem tem um papel central em conferir relevância social ao conteúdo, o que, segundo ela, nem sempre é possível.

Todos os três professores apresentaram um discurso muito bem elaborado a respeito da função do ensino de química para a formação para a cidadania e até mesmo mais articulado do que o apresentado pela Profa. Cristina.

No entanto, na entrevista, eles não apresentaram os argumentos relacionados ao desenvolvimento de atitudes e valores, que destacamos na entrevista da Profa. Cristina. Da mesma forma, ao contrário dessa última, a prática de sala de aula desses três outros professores, durante o período que acompanhamos suas aulas, também não revelou uma preocupação central no desenvolvimento de atitudes e valores. A abordagem dos ASC, como será visto no próximo item, foi restrita a apresentação de temas sociais que foram discutidos isoladamente em aulas pontuais, de forma que os mesmos não se configuravam como conhecimentos fundamentais integrados ao currículo, nos parecendo que foram abordados com caráter de enriquecimento ou complementação curricular.

3. Estratégias de ensino, conteúdo e livro didático

a) Caso 2

O professor do segundo caso adotou o livro *Química* (FONSECA, 1999) como livro didático. Segundo ele, tal livro foi selecionado pelos outros professores de química que preferiram um livro mais barato. Segundo seu relato, ele usava o livro didático apenas como fonte de exercícios, o que foi observado também durante as aulas gravadas. Ele preparava as suas aulas com base em outros livros, dos quais mencionou *Química na Sociedade* (MÓL e SANTOS *et al.*, 1998a e b), *Química do cotidiano* de Tito e Canto e *Química* do Ricardo Feltre⁴¹.

⁴¹ Os livros didáticos *Química do cotidiano* do Tito e Canto e *Química* do Ricardo Feltre foram publicados pela Editora Moderna em várias edições. Não foi possível certificar a qual edição o professor se referia.

As aulas que foram acompanhadas diretamente por nós, durante os meses de setembro a outubro, estão esquematizadas no QUADRO 9, adiante. Elas foram desenvolvidas pelo professor na seguinte ordem de atividades: chamada dos alunos, cópia de esquema no quadro-negro, contendo um resumo da matéria do dia, exposição do professor e atividades para os alunos.

Durante a chamada e a cópia no quadro-negro pelo professor, que geralmente durava cerca de dez a quinze minutos, os alunos ficavam a vontade na sala, conversando livremente e fazendo brincadeiras. Logo após esquematizar a agenda de atividades do dia ou os tópicos do conteúdo no quadro-negro, o professor iniciava as explicações e conseguia manter os alunos atentos e toda a turma em silêncio. O professor explicava as atividades delineadas e passava a resolver exercícios no quadro-negro. Em seguida, deixava um tempo para os alunos resolverem os exercícios individualmente.

Na maioria das aulas, o professor solicitava resolução individual de exercícios. Em um dia, passou exercícios em grupo, em outro, fez um experimento de cromatografia também em grupo. Finalmente, em quatro outras aulas (duas aulas conjugadas), promoveu um debate sobre ciência, religião e magia.

QUADRO 9 - Aulas do caso 2

Aula	Data	Unidade	Conteúdo/atividades	Tema	Horário
1	13/09	Cálculos químicos	Balanceamento de equações e exercícios		16:46 h 17:00 h
	15/09	Paralisação dos professores			
2	20/09	Cálculos químicos	Cálculo estequiométrico e exercícios		15:50 h 16:30 h
3			Exercícios		15:52 h 16:26 h
4	22/09	Estudo dos gases	Laboratório: Experiência sobre pressão		16:29 h 16:56 h
5	27/09	Cálculos químicos	Exercícios		15:55 h 16:30 h
6	29/09		Discussão em grupo	Ciência, religião e magia	15:52 h 16:30 h
7			Debate com toda turma		16:30 h 17:15 h
8	04/10	Cálculos químicos	Prova		aula não gravada
	06/10	Paralisação dos professores			
9	13/10		Discussão em grupo	Ciência, religião e magia	15:52 h 16:23 h
10			Debate com toda turma		16:24 h 17:15 h
11	18/10	Estudo dos gases	Exercícios em grupo		15:49 h 16:28 h
12	20/10	Introdução à cinética química	Experiência em sala: cromatografia		15:52 h 16:31 h
13			Laboratório: experiência sobre cinética		16:33 h 17:12 h
14	27/10	Estudo dos gases	Relatório, estados físicos, variáveis do estado gasoso e equação geral dos gases		15:48 h 16:43 h
15			Exercícios		16:43 h 17:03 h

As aulas do mês de setembro estavam finalizando o conteúdo da unidade programática. Nesse período, as ações do professor se limitaram à resolução dos exercícios. Na aula que o professor iniciou conteúdo novo, como de costume ele fez as explicações a partir do esquema que copiou no quadro-negro, fazendo algumas perguntas aos alunos e usando desenhos esquemáticos e modelos de estruturas cristalinas. Nas perguntas dirigidas aos alunos, o tipo de interação pode ser descrito como I-R-F com os *feedbacks* avaliativos.

Segundo disse na entrevista, ele costumava iniciar conteúdos novos, solicitando aos alunos que resolvessem algumas questões em grupo. Ainda segundo o professor, ele não costumava responder as perguntas dos alunos, mas refazê-las para que os próprios alunos chegassem às respostas. Todavia, essas estratégias de re-elaborar perguntas e de explorar as idéias prévias dos alunos só foi evidenciada nas aulas em que houve o debate sobre ciência, religião e magia. Nas demais aulas observadas, o professor não fez uso dessas estratégias relatadas.

Segundo o professor, ele reservava um dia por bimestre para discutir um tema social. As estratégias de ensino que ele usou para discussão desses temas, segundo informou na entrevista, foram discussão em grupo, apresentação de vídeos, redação, uso de textos do livro *Química na Sociedade* e discussão aberta de questões propostas pelo professor durante o desenvolvimento da aula a partir das proposições dos alunos.

No primeiro bimestre, ele relatou ter discutido o tema “lixo urbano” a partir da exibição do filme *Ilha das Flores*⁴². No segundo bimestre, fez uma discussão sobre lixo urbano a partir do texto do livro *Química na Sociedade*: “Lixo: material que se joga fora?” (MÓL e SANTOS *et al.*, 1998a, p. 27-28). No terceiro bimestre, promoveu um debate sobre ciência, religião e magia e no quarto bimestre fez uma discussão sobre cidadania a partir do filme *Formiguinha Z*⁴³.

Durante o período que acompanhamos o professor, nenhum outro ASC foi introduzido além do debate sobre ciência, religião e magia. Isso evidencia que a abordagem de ASC pelo Prof. José da Silva se restringia de fato ao dia reservado no bimestre para tal discussão. A partir das entrevistas e das aulas gravadas foram identificados os ASC relacionados no QUADRO 10.

QUADRO 10 - ASC abordados no caso 2

Aspectos/conteúdo	Conteúdos
Ambientais	Propostas de tratamento do lixo
	Reciclagem
Sociais	Trabalho em lixões
	Cidadania, violência, autoridade
Natureza da ciência	Ciência, religião e magia
Conhecimentos científicos culturais	Vazamento radioativo no Japão
	Energia hidroelétrica e energia nuclear
	O que é bomba
Valores e atitudes	Manter a sala limpa
	Ter posicionamento crítico

⁴² Ilha das Flores. Jorge Furtado. Porto Alegre: Casa de Cinema, 1989. 1 fita de vídeo (13 min), VHS, son., color. (filme que questiona a situação de opressão de pessoas que vivem em lixões).

⁴³ Formiguinha Z. Manaus: Dream Works International Distribution L.L.C, 1998. 1 fita de vídeo (82 min), VHS, son., color. (desenho animado em que uma formiga luta para libertar as demais).

O debate sobre ciência, religião e magia foi desenvolvido durante duas aulas conjugadas no terceiro bimestre. Em aula anterior, o professor pediu para os alunos pesquisarem em livros os significados de ciência, religião e magia. O professor não especificou em quais livros os alunos deveriam realizar a pesquisa. No dia do debate, inicialmente, o professor copiou o roteiro de orientação no quadro-negro sobre como deveria ser o trabalho em grupo que precedeu ao debate com toda a turma. Esse roteiro consistiu em orientações sobre como desenvolver o trabalho de grupo com a escolha de coordenador e relator, tempo para discussão e orientação para apresentação do trabalho oral durante as discussões, a qual deveria constar de uma definição, exemplos (tipos de classificação) e uso no dia-a-dia referentes aos temas ciência, religião e magia. Os alunos se dividiram em três grupos e cada grupo iniciou a discussão de um dos três temas. O professor circulou algumas vezes entre os grupos e os alunos lhe dirigiram perguntas sobre o assunto ou sobre como seria o debate.

O grupo que discutia o tema religião ficou disperso. Dois alunos leram algo em uma enciclopédia e não pareceu que houve uma discussão entre os alunos. Os demais grupos ficaram o tempo todo discutindo sobre o tema. Os alunos do grupo magia não se basearam no que haviam consultado em casa para realizar a discussão. Eles começaram enumerando exemplos do que seria magia e foram dando opiniões pessoais sobre o assunto. Depois de um certo tempo começaram a pensar em uma forma de apresentação. O grupo ciência começou o debate na sala, mas logo em seguida foi para o lado de fora e continuou o debate na sombra, pois no dia estava fazendo muito calor. A discussão do grupo foi desenvolvida a partir de informações que os alunos tinham pesquisado em casa,

inclusive na Internet. Os alunos se concentraram na discussão do tema durante todo o tempo.

Ao final da primeira aula, os alunos organizaram um grande círculo e o professor convidou o primeiro grupo a apresentar. O aluno do grupo referente à magia leu o resumo que eles tinham preparado, conforme o esquema de orientação do professor. Duas alunas apresentaram o assunto do segundo grupo, ciência, sem fazer uso de leitura. O terceiro grupo, religião, apresentou sobre o assunto, lendo um texto da enciclopédia, o qual não tem relação direta com o que o professor pediu. O professor interrompeu a leitura desse grupo e fez uma série de perguntas. Após a resposta dos alunos, o professor fez novas perguntas e aí começou a fazer perguntas para os demais grupos. O debate prosseguiu com o professor diminuindo a intensidade das questões e os alunos discutindo entre si, demonstrando muito interesse. Ao final, um grupo ficou questionando o outro e o debate ficou bastante caloroso e mesmo após o sinal para o final da aula alguns alunos continuaram a discussão.

Após o final da aula, o professor nos disse que inicialmente havia pensado em predeterminar o que cada um ia discutir, mas resolveu deixar o debate livre. Em sua opinião, ele percebeu que os alunos não estavam sabendo argumentar e que apresentavam pontos de vistas sem justificar. Decidiu, então, retomar o debate de forma a solicitar aos alunos uma melhor argumentação. Tal debate foi postergado para dali a quinze dias, em função da avaliação que já estava prevista para a semana seguinte.

A aula do segundo debate começou da mesma forma, com o professor copiando a orientação de como seria o debate, na qual ele pedia para os alunos

responderem às questões: (1) A magia, ciência e religião são boas ou ruins? Por quê? (2) O que difere a magia da ciência e da religião?

Os alunos discutiram as questões em grupo. O professor recolheu a folha resumo de cada grupo e fez um esquema no quadro-negro a partir do que cada grupo respondeu, sem indicar de quem era a resposta. A seguir, a turma fez um grande círculo e o professor deu início ao debate.

O professor iniciou o debate solicitando aos alunos que selecionassem, entre as respostas que estavam no quadro-negro, a que eles achavam mais plausíveis e que justificassem a escolha. Um grupo respondeu, mas ninguém conseguiu justificar a escolha. O professor insistiu na pergunta e pediu para os alunos compararem as respostas deles com a de outros grupos e explicarem se concordavam ou não com as respostas dos demais colegas. A partir das respostas dos alunos, o professor elaborou outras questões e o debate prosseguiu, mas com menos envolvimento dos alunos em relação ao primeiro debate, apesar deles continuarem a manifestar interesse na discussão. A discussão não fluiu quando o professor solicitou justificativas aos alunos. Eles tiveram dificuldade em argumentar. Ao final, o professor tentou fazer um comentário geral sobre a questão em discussão e encerrou o debate antes de tocar o sinal, mas sem que de fato a turma tenha chegado a uma conclusão. Um aluno pediu um posicionamento do professor sobre quem ganhou o debate e manifestou sua insatisfação por não saber a conclusão do mesmo. O professor alegou que não houve ganhadores. A impressão final foi uma sensação de frustração, por não se chegar a uma conclusão. Em outras palavras, o debate acabou sem terminar.

Uma característica marcante na condução dos dois debates pelo professor foi a elaboração de um grande número de questões aos alunos. Em média, 80% das intervenções do professor nos dois debates foram no sentido de provocar a participação dos alunos, seja convidando os mesmos para emitir a opinião, seja para solicitar mais opiniões, mas principalmente para pedir que eles justificassem ou esclarecessem o seu ponto de vista. Mas por outro lado, nos dois debates praticamente o professor não fez intervenções no sentido de esclarecer conceitos sobre o assunto em discussão. Nesse sentido, o professor fornecia apenas *feedbacks* elaborativos aos alunos, não fornecendo nenhum *feedback* avaliativo que ajudasse os alunos a balizar se suas opiniões estavam ou não de acordo com o que o professor havia planejado (SANTOS; MORTIMER e SCOTT, 2001).

Na “entrevista final”, o professor explicou que teve dificuldade em prosseguir o debate e que reparou que o assunto já estava se esgotando e, como não sabia mais como continuar a discussão, resolveu encerrá-la. Os alunos revelaram, em suas falas durante o debate e na “entrevista final”, que não compreenderam claramente o que é ciência, religião e magia e a diferença entre elas. As discussões sobre os temas acabaram tendo por base as suas concepções espontâneas sobre o assunto, não levando em consideração o que haviam lido anteriormente em casa.

A análise das aulas do debate sobre ciência, religião e magia evidenciou que o professor tinha facilidade em elaborar e re-elaborar questões aos alunos, instigando-os a debater e a justificar os seus pontos de vistas (SANTOS; MORTIMER e SCOTT, 2001). Todavia ele tinha dificuldade em dar um

direcionamento ao debate e fechar as questões em discussão, diferentemente da Profa. Cristina que com determinação buscava sempre dar uma conclusão aos assuntos em discussão. Nesse sentido, o debate ficou em aberto e os alunos não chegaram a uma conclusão sobre o assunto, apesar de terem se envolvido no mesmo com bastante entusiasmo.

O bom envolvimento dos alunos no debate também pode ser um indicador de que a estratégia do uso de debates em sala de aula com trabalho em grupo pode ser eficiente para a abordagem de ASC, conforme revelou o trabalho de GAYFORD (1993).

b) Caso 3

As aulas da professora do terceiro caso, que foram acompanhadas diretamente por nós durante os meses de setembro a novembro, estão esquematizadas no QUADRO 11, adiante. A unidade abordada nessas aulas era “Estudo dos Gases”.

A Profa. Marli, deste caso, fazia a chamada no início da aula, em seguida, costumava fazer um breve resumo do conteúdo visto na aula anterior sem interagir com os alunos e aí iniciava a aula fazendo explicações sobre o conteúdo do dia. Durante a explicação do assunto, a professora usava o quadro-negro para esquematizar o que estava explicando e fazia perguntas aos alunos, com interações do tipo I-R-F com *feedback* avaliativo.

QUADRO 11 - Aulas do caso 3

Aula	Data	Conteúdo/atividades	Tema	Horário
1	08/09	Leitura de textos sobre poluição atmosférica	Poluição atmosférica	aula não gravada
2		Discussão sobre poluição atmosférica		
	15/09	Paralisação dos professores		
3	22/09	Apresentação de seminários: efeito estufa, ozônio, chuva ácida	Poluição atmosférica	07:46 h
4				09:13 h
5	29/09	Propriedades dos gases, experiência sobre pressão		07:39 h 08:10 h
6		Propriedades do estado gasoso, variáveis do estado gasoso e exercícios		08:11 h 09:10 h
	06/10	Paralisação dos professores		
7	13/10	Propriedades do estado gasoso e conversão de unidades		07:47 h 08:35 h
8		Conversão de unidades		08:35 h
		Resolução de exercícios em grupo		09:10 h
	20/10	Atestado médico do professor		
	27/10			
9	03/11	Leis dos gases		07:42 h 08:19 h
10		Resolução de exercícios		08:19 h 09:06 h
11	10/11	Revisão das leis dos gases		07:46 h 08:12 h
12		Avaliação em grupo		08:12 h 09:15 h
13	17/11	Poluição atmosférica	Poluição atmosférica	07:47 h 08:32 h
14		Exercícios de revisão (jogo)		08:32 h 09:08 h

A segunda aula do dia, conjugada à primeira, em geral, ficava para os alunos fazerem, individualmente, alguma atividade. Em apenas uma aula a professora solicitou que os alunos fizessem uma atividade em grupo. Na aula em

que demonstrou um experimento, ela fez várias perguntas aos alunos, solicitando que explicassem o fenômeno observado. Nesse dia a professora mudou o caráter de sua interação com os alunos, fornecendo *feedbacks* elaborativos e fazendo intervenções que auxiliavam para que os alunos explicitassem melhor o que estavam querendo dizer. Podemos dizer que a professora mantinha uma interação com os alunos em sala de aula, mas essas interações geralmente não eram dialógicas, pois o horizonte conceitual dos alunos não era contemplado.

Na escola foi adotado o livro *Química na Sociedade*. Diferentemente da Profa. Cristina do primeiro estudo de caso, a Profa. Marli, durante as aulas que observamos, não seguia o livro, página por página. Não usava ler regularmente o livro em sala. Explicava o conteúdo e pedia aos alunos para ler o livro em casa.

Além das estratégias que pudemos presenciar nas suas aulas, a Profa. Marli nos informou sobre algumas outras que teria usado no primeiro semestre. Segundo nos relatou nas entrevistas, ela trabalhou os textos do livro *Química na Sociedade*, solicitando que os alunos discutissem em grupo e, ao final, apresentassem o resultado dessa discussão. Ela pedia, cada vez a um grupo, que respondesse a uma questão e, a seguir, abria para a participação dos demais grupos. Além dessa estratégia, ela mencionou nas entrevistas, que usava outras atividades em grupo, exibição de vídeos e redação.

A professora relatou ter abordado os seguintes temas durante o ano: lixo, metais e poluição. Segundo nos informou nas entrevistas, o tema lixo foi desenvolvido a partir da exibição do filme *Ilha das Flores*⁴⁴. Ela pediu para os

⁴⁴ Ilha das Flores. Jorge Furtado. Porto Alegre: Casa de Cinema, 1989. 1 fita de vídeo (13 min), VHS, son., color. (filme que questiona a situação de opressão de pessoas que vivem em lixões).

alunos fazerem uma redação sobre o assunto abordado no vídeo e logo após a projeção discutiu a problemática. Na aula seguinte, ela perguntou aos alunos sobre os materiais que geralmente eles descartam no lixo e passou a estabelecer relações com o estudo do conteúdo químico em questão. Além do filme, a professora relatou que trabalhou o texto “Separando os materiais” do livro *Química na Sociedade* (MÓL e SANTOS *et al.*, 1998a, p. 55-60).

A professora relatou, nas entrevistas, que o segundo tema, metais, foi abordado a partir dos textos do livro *Química na Sociedade* (MÓL e SANTOS *et al.*, 1998a) do capítulo três: “Metais: materiais do nosso dia-a-dia” (p. 79-80), “Estudando a natureza dos metais e a de seus materiais” (p. 99-103), e “Os metais na sociedade moderna” (p. 103-107). Foi usado, ainda, um texto sobre tomada de decisão que foi elaborado por uma colega da professora no curso de licenciatura da UnB. Esse texto apresenta as vantagens e desvantagens de plásticos e de metais e depois apresenta questões para os alunos decidirem sobre que tipo de materiais usar. Em uma outra aula, a professora pediu aos alunos que trouxessem, de casa, materiais plásticos e metálicos. A partir desses materiais, a professora discutiu as propriedades dos metais e deu continuidade ao seu conteúdo.

Segundo nos relatou, os textos do livro *Química na Sociedade*, usados na discussão dos primeiros temas, foram lidos pela professora junto com os alunos na sala de aula. Cada aluno lia em voz alta uma parte do texto e a professora interrompia a leitura para fazer perguntas ou esclarecer dúvidas. Algumas vezes ela pedia para eles discutirem em grupos as “questões para discussão” ao final do texto e outras vezes ela discutia com toda a turma.

O terceiro tema foi sobre poluição atmosférica. Segundo relato da professora na entrevista, ela não gostou muito dos textos do livro *Química na Sociedade* sobre poluição. Por isso, ela selecionou outros textos e distribuiu para os alunos lerem em grupo e planejarem uma apresentação criativa para explicar o assunto a toda a turma. Os textos foram sobre “A destruição da camada de ozônio”, “Efeito estufa” e “Chuva ácida”. Eles continham uma página explicando o processo e depois de sete a nove questões relativas ao conteúdo químico correlato ao processo. Na sua opinião, os alunos não teriam dificuldade em tal apresentação, pois o assunto já havia sido trabalhado pelo professor de Geografia.

Na aula seguinte, os alunos apresentaram o seminário. Foi justamente nessa aula que iniciamos as gravações desse caso. A professora, logo após a chamada, sentou-se junto à turma e foi sorteando os grupos que iriam apresentar. Os alunos fizeram a apresentação com desenvoltura, apesar da dificuldade que alguns tiveram em explicar o assunto. Geralmente, eles liam um resumo no papel, mas alguns grupos não fizeram uso de resumo. Um grupo fez a apresentação cantando uma música que eles mesmos escreveram.

Após a apresentação, a professora pedia aos colegas que fizessem perguntas ao grupo. Quando ninguém perguntava, a própria professora elaborava algumas questões. A apresentação de cada grupo, contando com as respostas das questões, durava de cinco a doze minutos, com exceção da de um grupo, que durou 26 minutos.

A turma assistiu a apresentação com interesse e vários alunos fizeram perguntas aos colegas. As explicações de muitos alunos foram confusas e, pelas

respostas que eles davam às questões, percebia-se que eles não estavam entendendo totalmente o assunto ou que tinham um entendimento incorreto. Apesar disso, na maioria das vezes a professora não fez intervenções para corrigir ou esclarecer o que havia sido dito ou respondido. Algumas questões envolvendo outros conteúdos correlatos ao tema em discussão surgiram a partir das apresentações. Uma delas, sobre como ocorre o movimento do ar no globo terrestre, não foi esclarecida pela professora.

Em conversa que tivemos com a professora, comentamos que a apresentação do seminário evidenciava que os alunos não estavam compreendendo corretamente os processos envolvidos no estudo da poluição atmosférica. A professora decidiu que, ao final da unidade, iria retomar o assunto.

Isso foi feito no último dia de aula do ano, quando a professora fez uso do quadro-negro para explicar os processos químicos. A turma, de modo geral, esteve atenta às explicações e fez algumas perguntas, acompanhadas com as costumeiras brincadeiras características da faixa etária. Houve duas intervenções relacionadas a fatos do cotidiano sobre os quais eles queriam esclarecimentos. Alguns alunos fizeram perguntas para tentar entender o assunto, todavia, pelos seus comentários, percebeu-se que a turma ainda continuou sem compreender claramente a temática.

Na entrevista com os alunos, procuramos verificar se eles estavam compreendendo os processos. As respostas dos alunos evidenciaram que eles ainda não estavam compreendendo os processos envolvidos no efeito estufa e na destruição da camada de ozônio.

Essas duas aulas de seminário e a aula em que professora retomou os temas discutidos naquela ocasião foram os únicos exemplos de abordagem de ASC que presenciamos nas aulas da Profa. Marli. Por isso mesmo não podemos generalizar as observações que se seguem. No entanto, pudemos constatar que ela não fez um fechamento adequado do assunto por ocasião da apresentação dos seminários pelos alunos, deixando que as dúvidas, imprecisões e incorreções que apareceram nas falas dos alunos ficassem sem retorno ou resposta de sua parte. Nesse aspecto, as dificuldades na abordagem de ASC dessa professora se aproximam daquelas do Prof. José da Silva no que diz respeito ao fechamento do assunto e se assemelhavam ao da Profa. Cristina no que diz respeito a esclarecimento de dúvidas levantadas pelos alunos no decorrer da aula.

Nas demais aulas da professora que acompanhamos, não foi identificada a abordagem de nenhum outro ASC, a não ser a menção de aplicações sobre medidas de temperatura em hospitais. Nesse sentido, apesar de a professora relatar que foram desenvolvidos debates de vários ASC em sala de aula, as nossas observações no período em que acompanhamos as suas aulas não registraram tais discussões. A análise do relato da professora sobre a abordagem de ASC revela que ela explorou os ASC em mais aulas do que os professores do segundo e do quarto caso, porém não na mesma intensidade em que registramos nas aulas do primeiro estudo de caso, em que tal abordagem esteve presente em quase todos os dias de aula da Profa. Cristina, conforme já comentamos no capítulo anterior (*vide* QUADRO 5).

A partir das entrevistas e das aulas gravadas, foram identificados os ASC que foram abordados nas aulas da Profa. Marli. Esses estão listados no QUADRO 12.

QUADRO 12 - ASC abordados no caso 3

Aspectos/conteúdo	Conteúdos
Ambientais	Desperdício/Lixo
	Metais e o ambiente
	Reciclagem de materiais do lixo e de metais
	Chuva ácida
	Efeito estufa
	Destruição da camada de ozônio
Sociais	Trabalho em lixões
	Metais e desenvolvimento econômico
Conhecimentos científicos culturais	O uso de metais no dia-a-dia
	Metais/Ligas metálicas
	Princípio da panela de pressão
Conhecimentos científicos utilitários	Seleção de materiais metálicos e plásticos conforme suas propriedades
	Conversão de temperatura
Valores e atitudes	Manter a sala limpa

Com base na análise das aulas que acompanhamos, podemos considerar que a abordagem dos ASC pela Profa. Marli era orientada pelos temas presentes no livro *Química na Sociedade*, mas incluía outras atividades além das propostas no livro, o que tornava essa abordagem diferente daquela sugerida no livro. Poderíamos dizer que o livro orientava a escolha dos temas e conteúdos,

mas não das estratégias adotadas na sala de aula, como acontecia com a Profa. Cristina, do primeiro estudo de caso.

A análise das questões propostas no texto que a professora distribuiu para os alunos sobre o tema poluição e a análise da aula de seminários evidencia que a discussão do tema poluição ficou mais restrita à compreensão dos processos químicos do que à dos valores e atitudes que geralmente estão presentes nas “questões para discussão” no livro *Química na Sociedade*. Esses aspectos foram priorizados pela professora do estudo de caso um, o que parece não ter ocorrido no caso da Profa. Marli.

c) Caso 4

Na escola desse caso foi adotado o módulo um do livro *Química na Sociedade*, cujo conteúdo correspondia à matéria do primeiro semestre, e o livro *Química* (UBERSCO e SALVADOR, 1999) volume único, cujo conteúdo correspondia às três séries do ensino médio.

No primeiro semestre, a professora que trabalhou na turma⁴⁵ seguiu todo o módulo um do livro *Química na Sociedade*. Segundo essa professora, foram lidos e discutidos todos os textos do livro *Química na Sociedade*, referentes aos temas sociais. O segundo livro didático adotado, *Química*, foi usado apenas como livro de exercícios. No segundo semestre, o conteúdo abordado foi o do módulo dois do livro *Química na Sociedade*, que não foi adotado pela escola. A Profa. Soraia, desse caso quatro, passou a seguir, então, o livro *Química* como livro didático.

⁴⁵ Essa professora entrou em licença no segundo semestre e foi substituída pela Profa. Soraia.

As aulas da professora da turma que foram acompanhadas diretamente por nós durante o mês de setembro estão esquematizadas no QUADRO 13. A unidade abordada nessas aulas era “Estudo dos Gases”.

QUADRO 13 - Aulas do caso 4				
<i>Aula</i>	<i>Data</i>	<i>Conteúdo/atividades</i>	<i>Tema</i>	<i>Horário</i>
1	16/09	Experiência: Propriedades dos gases		08:23 h
		Variáveis do estado gasoso		0910 h
2		Exercícios		09:10 h 09:51 h
3	20/09	Transformações gasosas		09:08 h 09:51 h
4	23/09	Verificação de quem fez exercícios		08:16 h 08:29 h
4/5		Leitura e discussão do texto sobre poluição atmosférica	Poluição atmosférica	08:29 h 09:40 h
5		Equação geral dos gases		09:40 h 09:51 h
6	27/09	Avisos do Conselho de Classe e agenda das próximas aulas		09:10 h 09:51 h
		Revisão da matéria e correção de exercícios		
7	30/09	Exercícios		08:16 h 08:42 h
7/8		Experiência: com nitrogênio líquido no laboratório		08:43 h 09:33 h
8		Exercícios		09:34 h 09:51 h

Segundo observamos nas aulas gravadas, a Profa. Soraia desenvolvia o conteúdo fazendo uma explicação da matéria com o auxílio de esquemas que eram escritos no quadro-negro e praticamente sem interagir com os alunos.

Depois ela solicitava aos alunos que resolvessem exercícios do livro. Ela fez uso de experimento demonstrativo em sala de aula e de experimento em laboratório. No experimento feito em sala de aula, ela fez intervenções do tipo I-R-F com *feedback* elaborativo. No entanto, a professora usualmente fazia questões para os alunos do tipo I-R-F com *feedback* avaliativo e a sua interação com a turma era menos freqüente do que a interação que os professores dos demais casos mantinham com os seus alunos. A Profa. Soraia costumava também passar de carteira em carteira e registrar o nome dos alunos que não haviam feito exercícios em casa. As anotações das pequenas tarefas realizadas pelos alunos eram levadas em consideração para atribuir a nota bimestral.

No segundo semestre, a Profa. Soraia distribuiu cópia de dois textos do módulo dois do livro *Química na Sociedade*. O primeiro foi “Evitando o desperdício de materiais por cálculos proporcionais” (MÓL e SANTOS *et al.*, 1998b, p. 33-35). Segundo a professora nos relatou em entrevista, esse texto foi lido em voz alta pelos alunos e as “questões para discussão” ao final do texto foram debatidas com toda a turma. O segundo texto distribuído aos alunos foi “Poluição química e poluição atmosférica” (anexo 2.5), tendo sido lido e discutido em aula que foi gravada por nós.

Essa aula teve início com a professora explicando que eles iriam discutir um texto sobre poluição e que depois eles teriam que responder em casa as perguntas do final do texto e preparar em grupo cartazes sobre poluição, atividades essas que valeriam ponto na nota bimestral. Em seguida, a professora pediu aos alunos que arrumassem suas carteiras em círculo e aí iniciou o debate,

perguntando à turma qual era a idéia que eles tinham de poluição. Após algumas respostas dos alunos, ela pediu a um aluno que desse início a leitura.

Essa leitura geralmente era interrompida após cada parágrafo, quando a professora fazia extensos comentários sobre o assunto, acrescentando uma série de novas informações e ampliando as explicações. Algumas vezes, durante esses comentários, a professora fazia perguntas aos alunos. Muitas dessas perguntas eram questões retóricas, pois ela não observava um tempo de espera e acabava respondendo à pergunta. Outras perguntas eram do tipo I-R-F, com *feedback* avaliativo. Em outras ocasiões, ela pedia que os alunos citassem exemplos do cotidiano relacionados ao assunto do texto. Quando os alunos faziam alguma pergunta ou um curto comentário, a professora respondia expressando a sua opinião sobre o assunto com uma extensa intervenção. Em certo trecho da leitura, a professora leu as “questões para discussão” que deveriam ser respondidas individualmente em casa e comentou rapidamente sobre pontos que os alunos deveriam considerar em suas respostas. Durante essa aula, os alunos conversaram bastante e a professora teve que interromper por diversas vezes a leitura ou a explicação para solicitar atenção da turma, que mesmo assim continuou muito dispersa.

Após a leitura de todo o texto e os comentários da professora, ela explicou novamente sobre a entrega das questões e dos cartazes. Segundo a professora, os cartazes foram entregues na data prevista, ela selecionou os melhores e os afixou no mural do corredor da escola. Ainda segundo ela, não foi feito nenhum comentário junto a turma a respeito de tais trabalhos e das questões que eles responderam em casa.

O QUADRO 14 apresenta os ASC que foram identificados a partir das entrevistas e das aulas gravadas.

QUADRO 14 - ASC abordados no caso 4	
Aspectos/conteúdo	Conteúdos
Ambientais	Desperdício
	Poluição atmosférica
Conhecimentos científicos utilitários	Exemplos de controle de reações químicas no dia-a-dia
Valores e atitudes	Necessidade de evitar desperdício
	Preocupação com problemas ambientais
	Manter a sala limpa

No QUADRO acima são listados, entre outros ASC, a necessidade de preservar o ambiente e de evitar o desperdício, os quais estiveram presentes no discurso da professora durante a leitura do texto sobre poluição. Nas aulas que acompanhamos, não identificamos a introdução de outros ASC. Nesse sentido, podemos dizer que, semelhantemente aos dois casos anteriores e diferentemente do primeiro estudo de caso, a abordagem de ASC foi restrita a aulas isoladas, em momentos pontuais, sem que houvesse uma integração de tais aspectos com os conteúdos explorados.

No QUADRO 8, foram listados 38 ASC identificados nas entrevistas e nas aulas gravadas da Profa. Cristina. O QUADRO 10 apresenta 10 ASC que foram mencionados ou observados nas aulas do Prof. José da Silva. No QUADRO 12 são listados 14 ASC referentes ao caso da Profa. Marli e finalmente

no QUADRO 14 são apresentados 6 ASC. Esses dados evidenciam que a abordagem de ASC pelos casos dois a quatro tiveram uma frequência muito inferior do estudo de caso um.

Outra constatação no presente caso foi a de que a abordagem do tema, desenvolvida pela Profa. Soraia, foi basicamente expositiva, mediada pela leitura do texto, sem que houvesse uma participação mais efetiva dos alunos, como ocorria no estudo de caso um. Observou-se, no entanto, que a exposição da professora foi rica em exemplos e comentários sobre ASC, o que não aconteceu nos demais casos, em que os comentários dos professores eram mais restritos ao texto. Foi observado também que essa professora não apresentou a mesma dificuldade identificada nos casos dois e três, em que os professores não concluíam as discussões.

Isso confirma evidências de trabalhos anteriores, em que o processo de estabelecer interações com os alunos em sala de aula implica no aparecimento de uma tensão entre dar “voz” ao aluno e seguir o planejamento e em uma alternância entre o discurso internamente persuasivo e o discurso de autoridade (MORTIMER e MACHADO, 1996; MORTIMER, 1998). Enquanto os professores dos casos dois e três tinham dificuldade em apresentar um discurso de autoridade a partir das falas dos alunos para ajudá-los a dar novos significados às suas falas, a professora do caso quatro mantinha um discurso de autoridade, que apesar de evitar o não fechamento das questões, dificultava o estabelecimento de um processo interativo com os alunos. Ainda, nesse sentido, nos parece que a Profa. Cristina, com mais experiência pedagógica, conseguiu estabelecer com mais sucesso a alternância entre o discurso dialógico e unívoco,

conforme analisamos nos episódios do capítulo anterior. Ao mesmo tempo, a Profa. Cristina conseguia na maioria das vezes prosseguir com seu planejamento e fechar as discussões, ainda que permanecessem lacunas, e dar “voz” aos alunos, permitindo que emergissem seus horizontes conceituais.

Conforme constatamos na análise do capítulo anterior, a discussão das “questões para discussão” em sala de aula aumentam a possibilidade de haver uma maior interação entre professor e aluno e de que essa interação possa resultar num processo dialógico. O fato de a Profa. Soraia, do caso quatro, ter optado por não debater as “questões para discussão” em sala de aula não nos permitiu avaliar se, para esse caso, tais questões teriam ou não potencializado a interação em sala de aula.

Uma outra constatação, em relação aos três casos analisados neste capítulo, é que em todos eles os professores fizeram uso de textos do livro *Química na Sociedade* para introduzir os ASC, o que evidencia a contribuição do referido material como suporte a essa abordagem por parte dos professores. Pôde-se perceber que, quando o livro foi usado, houve uma nítida tendência de aumento no número de ASC introduzidos, segundo o que foi relatado pelos professores em suas entrevistas.

Podemos classificar os currículos desenvolvidos pelos professores de acordo com a classificação de Aikenhead (*vide* QUADRO 1) da seguinte forma: Profa. Cristina e Profa. Marli (casos um e três) – categoria três e Prof. José da Silva e Profa. Soraia (casos dois e quatro) – categoria dois. Observa-se aí que a adoção do livro *Química na Sociedade* contribuiu para ampliar a abordagem de ASC no currículo.

Com relação à perspectiva humanística, enquanto no primeiro estudo de caso identificamos alguns episódios e trechos de entrevista que revelavam um certo caráter humanístico na abordagem de ASC, o mesmo não foi identificado durante as aulas que acompanhamos nos três outros casos, apesar dos professores dos casos dois e três terem revelado em entrevistas que buscavam desenvolver valores em sala de aula e que exibiram o vídeo *Ilha das Flores*, cuja temática é humanística. Nesse sentido, podemos dizer que pelas aulas gravadas não foi constatada uma abordagem humanística e pelo discurso dos professores dos casos dois e três houve tentativas de alguma forma nesse sentido, ainda que menos expressiva do que nos revelou a Profa. Cristina em suas entrevistas.

4. Fatores que possibilitam/dificultam

a) Caso 2

Nas entrevistas com o Prof. José da Silva, ele mencionou dificuldades no seu trabalho pela falta de apoio da direção, pela falta de entrosamento com os outros professores e pelo motivo dos alunos não estarem acostumados com novas metodologias. Além disso, ele comentou a dificuldade em conduzir o debate, especificamente a de concluir as discussões. Essa dificuldade, segundo ele, poderia ser atribuída à falta de experiência e a ausência de preparação nesse sentido na sua formação no curso de licenciatura. A análise das aulas do debate sobre ciência, religião e magia evidenciou essa dificuldade do professor em conduzir o debate.

Apesar de afirmar que não foi preparado para conduzir debates em sala de aula, o Prof. José da Silva comentou que o seu curso de licenciatura o ajudou a buscar uma nova maneira de ensinar.

A análise das transcrições do debate sobre ciência, religião e magia revela ainda uma outra dificuldade na abordagem de ASC, a qual está relacionada à complexidade que o tema pode representar para o professor e para os alunos. O Prof. José da Silva tinha feito na graduação uma disciplina de filosofia sobre a evolução do pensamento filosófico e científico, fato que contribuiu para ele ter decidido selecionar aquele tema para o debate. Apesar de seu conhecimento sobre o assunto, ele teve dificuldade em explicar os temas e apresentar uma conceituação para os alunos. Da mesma forma, os alunos manifestaram, tanto naquelas aulas como na entrevista, que tinham dificuldade em compreender a natureza da ciência, da religião e da magia.

Essa temática envolve pressupostos epistemológicos que são de difícil compreensão pelos alunos. Estudos sobre as interações entre crenças religiosas e conceitos científicos (AIKENHEAD, FLEMING e RYAN, 1987; BRICKHOUSE; DAGHER; LETTS e SHIPMAN, 2000; DAGHER e BOUJAUD, 1997; ROTH e ALEXANDER, 1997) têm demonstrado o conflito vivenciado pelos estudantes no entendimento dessas interações. Diversos outros estudos também têm identificado as dificuldades dos alunos em compreender aspectos relacionados à natureza da ciência (LEDERMAN, 1992; DRIVER; LEACH; MILLAR e SCOTT, 1996). Essa complexidade do assunto parece ter sido, de fato, um fator que dificultou o desenrolar daquelas aulas, conforme constatamos em outro trabalho (SANTOS; MORTIMER e SCOTT, 2001).

O Prof. José da Silva trabalhava em uma escola particular no turno noturno, na qual ele disse que só conseguiu introduzir ASC no quarto bimestre, quando discutiu guerra química. O professor alegou, como dificuldades, o fato de naquela escola as turmas serem numerosas, com 50 alunos por sala, e as restrições impostas pela direção da escola que priorizava outro enfoque metodológico e que exigia que o professor seguisse o livro didático adotado. Nesse sentido, o professor revelou como o contexto da escola limita o trabalho do professor e muitas vezes dificulta a abordagem de ASC.

O Prof. José da Silva tinha uma certa inquietude com as suas aulas. Manifestou algumas vezes, nas entrevistas, a preocupação em buscar novas metodologias. Isso esteve muito evidente em relação à argumentação, habilidade que desejava desenvolver nos seus alunos. A análise de suas entrevistas revela a insegurança do professor em colocar em prática novas propostas metodológicas que ele havia discutido na universidade. Dessa forma, o caso pode ser caracterizado por tentativas de um professor iniciante no magistério de introduzir novas metodologias, incluindo aí a abordagem de ASC. Tentativas essas que nem sempre produziam um resultado positivo, mas que eram bem recebidas pelos alunos, conforme comentaremos no item cinco mais adiante.

b) Caso 3

A Profa. Marli, como estava no início da carreira do magistério, também enfrentava diversas dificuldades inerentes a um professor iniciante. Dentre as quais estava a convivência com alunos de situação socioeconômica diferente da dela e com a violência escolar. Naquele ano ocorreu um assassinato na porta da escola, envolvendo alunos da própria escola, fato que deixou a professora muito

chocada. No entanto, muitas dificuldades por ela relatadas são comuns às dos professores dos demais casos.

Apesar do grande número de alunos em sala, a professora foi capaz de conduzir discussões, porém apontou que isso dificultava em muito o trabalho, até mesmo na organização dos alunos no espaço da sala de aula.

Foi constatado, em suas entrevistas, que a sua pouca experiência em sala de aula gerava dúvidas sobre a forma de introduzir os temas e sobre qual seria a receptividade dos alunos. Segundo nos relatou, à medida que trabalhava com as turmas, ela ia modificando as estratégias e adquirindo experiência na condução do processo.

Sobre a dificuldade na condução dos debates, ela manifestou uma ansiedade em não conseguir envolver todos os alunos e em organizar a discussão das idéias, abrindo e fechando o debate. Para ela, a sua dificuldade na condução dos debates estava relacionada também a dificuldade dos alunos em engajar-se nas discussões, pois, segundo ela, eles não são acostumados a fazer leitura e interpretação de textos e a elaborar idéias próprias. Nesse sentido, disse que no início do ano, em algumas turmas, os alunos ficavam calados e não tinham motivação para a leitura. Ela percebeu que os alunos não se interessavam muito pelos debates, poucos participavam e a maioria procurava dar respostas rápidas para ficar livre da tarefa. Essa era para ela, uma das dificuldades em trabalhar com o livro *Química na Sociedade*, pelo fato de o mesmo trazer muitos textos.

A análise da apresentação do seminário e da aula em que abordou os tópicos de poluição evidenciou que a professora teve dificuldades em explicar

determinados processos para os alunos. Um aluno pediu explicações sobre a formação de tornados e a professora teve dificuldade de esclarecer corretamente tal fenômeno, que extrapola o conhecimento químico. Isso demonstra uma dificuldade, comum a muitos professores, em assumir uma postura de “ignorância” em relação a assuntos que não domina, o que acaba passando a impressão aos alunos de que, em uma disciplina científica, seria possível a uma pessoa dominar todos os assuntos. Do ponto de vista da natureza da ciência e do trabalho científico, essa postura nos parece bastante problemática, pois não há cientista que domine todos os campos de sua área. Esse problema se acentua com a abordagem de ASC, que abrem a possibilidade de que um grande número de questões que vão além do domínio do professor seja trazido à discussão em sala de aula.

Essas constatações revelam dilema semelhante ao vivido pelo Prof. José da Silva, do caso dois, que é característico de um professor iniciante no magistério: como desenvolver o trabalho pedagógico em sala de aula. Esses casos mostram as dificuldades da abordagem de ASC para tais professores. Nos parece aí que falta a eles uma maior experiência no uso de novas metodologias.

Por outro lado, esses professores tiveram uma avaliação positiva por parte dos alunos, conforme comentaremos no item cinco mais adiante. Nesse sentido, podemos dizer que a dificuldade dos professores iniciantes não invalidam as suas tentativas. Ao final, de alguma forma eles exploraram ASC em sala de aula, o que está longe de ser feito por muitos outros professores que não consideram a relevância de tais aspectos para o currículo.

c) Caso 4

Nas entrevistas, a Profa. Soraia apontou diversas dificuldades na introdução de ASC, relacionadas ao contexto da escola e a sua própria formação. Sobre o contexto escolar, ela mencionou a necessidade do apoio da direção, as pressões da escola particular em relação ao conteúdo e ao vestibular e o número de alunos em sala de aula. Sobre a sua formação, ela citou dificuldades no seu despreparo em conduzir o debate.

Tendo esse caso sido conduzido em escola particular, algumas dificuldades são diferentes dos demais casos. Enquanto nas outras escolas os professores tinham ampla liberdade de ação no planejamento de suas aulas, na escola em questão, o planejamento era estabelecido com muita antecedência e com pouca flexibilidade para alterações. O professor tinha que cumprir todo o conteúdo do programa PAS da Universidade de Brasília. Os professores definiam, em equipe, as datas para abordagem de cada conteúdo e tais datas não podiam ser alteradas. As provas eram elaboradas com antecedência e eram aplicadas em datas fixas, de forma que o professor não tinha como alterar a programação inicial.

Apesar de a direção da escola permitir que os professores introduzissem inovações curriculares, a pressão para que o professor cumprisse o programa e preparasse o aluno para exames consistia em uma barreira à introdução dessas inovações. Profa. Soraia disse, em entrevista, que a escola dava uma certa liberdade para o professor, mas ao mesmo tempo havia muita interferência, inclusive dos pais. Havia outras limitações impostas pela própria escola, como por exemplo, o número de cópias de textos a serem reproduzidas

para os alunos, o qual tinha de ser previsto com um ano de antecedência. A professora trabalhava nos semestres anteriores na coordenação pedagógica e sua entrevista nos fornece indícios de que ela havia internalizado essas pressões muito mais do que os outros professores. Nos parece então que esse era mais um motivo do conflito da professora em lidar com a introdução de ASC, conforme nos relatou na entrevista.

Naquele semestre ela estava fazendo um curso de educação ambiental e, segundo nos relatou, teve interesse em discutir uma série de questões ambientais em suas aulas. Todavia, devido ao fato de todo o planejamento ter sido decidido anteriormente por todos os colegas, ela não conseguiu alterar a sua programação inicial.

A Profa. disse que no decorrer do debate, ela sentia dificuldade em controlar a participação dos alunos. Ela avaliava que, por serem muito jovens, geralmente ficavam dispersos e poucos se envolviam na discussão. Na aula sobre poluição, ela disse que ficou preocupada em concluir o assunto naquele dia, pois sabia que não teria mais tempo de retomar o debate em outro dia. Como os alunos não respondiam o que ela gostaria que eles respondessem, ela decidia responder as questões. Assim, ela disse que tinha a preocupação em evitar que os alunos ficassem dispersos com outras conversas e brincadeiras, o que poderia resultar em que ela não tivesse tempo para discutir os pontos principais da aula. Segundo alegou, esse era o motivo porque não dava muito tempo para os alunos responderem. A professora também disse que naquela faixa etária os alunos são muito críticos e com isso eles ficam constrangidos em participar, pois os colegas podem fazer comentários depreciativos. Outro argumento que levantou é que os

alunos não estavam acostumados com novas metodologias que envolviam debates em grupo. Esses foram os motivos, segundo ela, que fez com que na aula de poluição atmosférica ela falasse o tempo todo e desse pouco espaço para os alunos participarem como ela achava que deveria ser. A sua experiência em outras turmas estava indicando que talvez o melhor fosse conduzir o debate em pequenos grupos.

Todo esse conjunto de ponderações da professora revela a sua insegurança e dificuldade em estabelecer um processo interativo em sala de aula no contexto daquela escolar particular.

Uma outra dificuldade que sentia estava relacionada ao vínculo do tema com o conteúdo. Ela percebia que, após a discussão do tema, o conteúdo da disciplina era conduzido independentemente, sem o estabelecimento de vínculos com esse tema. Segundo ela, o resultado era que o aluno continuava desinteressado pelo conteúdo. Ela considerava o estabelecimento desse vínculo um outro grande desafio. Nesse sentido, ela reconheceu na entrevista que a sua tendência era apresentar o tema de forma ilustrativa, pois não sabia como integrar a abordagem do conteúdo a partir do tema.

Além disso, a Profa. Soraia apontou que a elevada carga horária do professor faz com que ele não tenha tempo para estudar sobre os temas e para fazer um planejamento que leve todos esses aspectos em consideração. Segundo ela, se não fossem tantas as pressões, se sentiria mais à vontade em substituir alguns conteúdos e em despender mais tempo com ASC. Foi todo esse contexto que, segundo ela, fez com que durante todo o segundo semestre fossem reservadas apenas duas aulas para discutir os ASC.

É interessante ressaltar que esse conjunto de argumentos apresentados pela professora para justificar suas ações quando da introdução de ASC se aproximam bastante daqueles arrolados por professores para justificar a não introdução de ASC. Tivemos acesso a esse tipo de argumento por ocasião da “entrevista concepções”, durante a fase inicial da pesquisa, quando foram entrevistados 44 professores.

Havia dois outros fatores limitantes: a própria inexperiência da professora em discutir tais aspectos e algumas características do segundo semestre letivo na rede particular de ensino. No primeiro semestre, a professora que foi substituída pela Profa. Soraia, talvez por participar do grupo PEQS, dedicou um número maior de aulas à discussão de ASC, o que provavelmente ocorreu em função da possibilidade daquela outra ter adquirido mais experiência em trabalhar tais aspectos, pois aquele já era o terceiro ano que a professora fazia uso do material. Deve-se considerar, ainda, que o primeiro semestre possui um número maior de aulas no calendário escolar da rede particular de ensino e que o conteúdo do segundo semestre, previsto no programa de química do PAS, previa a introdução de cálculos químicos. Esse parece ser outro fator limitante, o fato de que determinados conteúdos favorecem mais a introdução de ASC do que outros.

Em síntese, o caso da Profa. Soraia permitiu a identificação de diversas dificuldades enfrentadas pelos professores na abordagem de ASC, incluindo aí as relativas à própria falta de experiência do professor no uso de novas metodologias. O caso acrescentou ao nosso rol de dificuldades o contexto

da escola particular, que oferece uma série de barreiras ao professor, o que já havia sido apontado pelo Prof. José da Silva.

Uma outra comparação que podemos estabelecer entre os três casos estudados neste capítulo e o primeiro estudo de caso é em relação ao processo de formação do professor pela prática. A professora do primeiro caso relatou que anteriormente tinha dificuldades em introduzir ASC, mas que a sua experiência de sala de aula a ajudou a ir construindo essa nova abordagem que culminou na adoção do livro *Química na Sociedade*. Nos parece, que os professores dos três outros casos estavam ainda na fase inicial pela qual a Profa. Cristina já havia passado, ou seja, eles estavam iniciando tentativas de introduzir ASC. Em outras palavras, além de todo o contexto escolar que se configura em barreiras a serem transpostas pelo professor, nos parece que a sua formação por meio de uma prática de sala de aula é uma condição essencialmente importante para a abordagem de ASC.

5. Engajamento dos alunos

a) Caso 2

A partir das observações das aulas do Prof. José da Silva, constatamos que a turma tinha um bom relacionamento com o professor. Ele deixava a turma à vontade, de forma que havia uma grande descontração dos alunos, os quais faziam brincadeiras típicas de sua faixa etária. Os alunos o tratavam com muito carinho e quando o Prof. José da Silva iniciava a explicação do conteúdo, a turma

ficava em silêncio. Notoriamente, se observava que a maioria dos alunos estava atenta às explicações e fazia perguntas ao professor. Um grupo reduzido de alunos sentava ao final da sala e demonstrava desinteresse pelas aulas.

Em uma das últimas aulas que presenciamos, um grupo de alunos manifestou o desejo de que o professor continuasse trabalhando com eles no ano seguinte. Essa satisfação dos alunos, com o professor e com as suas aulas, também foi enfaticamente manifestada na entrevista por todos os alunos que dela participaram.

Comparando as entrevistas dos alunos da Profa. Cristina com os do Prof. José da Silva, pode-se reforçar algumas diferenças que já havíamos assinalado na análise. Enquanto os alunos da primeira prontamente exemplificaram questões do cotidiano que foram discutidas pela professora, os alunos do Prof. José da Silva não se recordaram dos ASC que o professor disse, em sua entrevista, terem sido discutidos no primeiro semestre, como por exemplo, a questão do lixo. Além disso, enquanto os alunos do Prof. José da Silva davam mais ênfase em comentar sobre aspectos positivos da aula e do relacionamento com o professor, os alunos da Profa. Cristina enfatizaram mais os aspectos relevantes do cotidiano.

Os alunos do Prof. José da Silva revelaram, na entrevista, uma certa dificuldade em apresentar exemplos de aplicações da química em seu cotidiano, bem como no entendimento do significado de ciência, religião e magia, apesar de afirmarem que estavam absolutamente convencidos da importância da química na vida deles e que o debate sobre ciência, religião e magia tinha tido um grande sucesso. Nos parece que a boa relação emocional/afetiva com o professor

favoreceu a aceitação de suas idéias pelos alunos, mesmo que essas idéias não estivessem suficientemente desenvolvidas ou argumentadas para persuadi-los. Isso parece indicar uma certa autoridade que os alunos conferiram a esse professor, capaz de convencê-los mesmo na ausência de argumentos mais consistentes.

A análise do debate promovido sobre ciência, religião e magia, que foi acompanhado por nós, revelou que os alunos se envolveram nas discussões com muito entusiasmo e interesse. Constata-se, assim, que o professor conseguiu mobilizar os alunos no debate, apesar de a temática ser muito complexa e de eles não terem compreendido o assunto. Podem ter contribuído para esse resultado o contexto da escola e da turma, o relacionamento positivo professor-aluno e a forma de condução do debate, por meio de perguntas (SANTOS; MORTIMER e SCOTT, 2001). Esse resultado pode ser contrastado com o da Profa. Soraia, do caso quatro, que não conseguiu envolver os alunos no debate sobre uma temática muito menos complexa.

O Prof. José da Silva conseguiu provocar um envolvimento de um maior número de alunos no debate sobre ciência, religião e magia, quando comparado com o que a Profa. Cristina conseguiu fazer na maioria de suas aulas. Enquanto no debate do Prof. José da Silva houve intervenção de 15 alunos, na aula da Profa. Cristina que teve o maior número de alunos participando foram identificadas intervenções de 11 alunos. Foi observado que o Prof. José da Silva dirigia perguntas para os alunos não participativos e buscava estimular os alunos a responder as suas perguntas. Tais atitudes não foram observadas nas aulas da Profa. Cristina.

Isso deixa evidente, que não só a estratégia do professor de convidar os alunos para participarem, mas a própria estratégia de debate em grupo envolvendo toda a turma já é por si só uma dinâmica que possibilita uma maior participação dos alunos. Como comentamos, a Profa. Cristina tinha dificuldade em realizar discussões em grupo. Nos parece que esses dados corroboram as sugestões encontradas na revisão da literatura do uso de trabalhos em grupos para a abordagem de ASC (AIKENHEAD, 1994b; GAYFORD, 1993; SOLOMON, 1993a).

Um outro aspecto que vale contrastar é a dificuldade do professor em conduzir o fechamento das idéias chaves do debate, o que não acontecia com a Profa. Cristina, que por seguir com muita determinação seu planejamento, na maioria das vezes conseguia fechar as idéias chaves, ainda que não contemplasse todas as intervenções dos alunos.

Outra constatação marcante foi a boa aceitação que os alunos tiveram em relação às aulas e ao professor, que de certa forma evidencia que as tentativas de inovação pedagógica daquele professor tiveram algum sucesso. Como só pudemos acompanhar a abordagem de um único tema do professor, o qual foi bastante complexo, nos faltaram dados para avaliar como era geralmente o engajamento dos alunos na abordagem dos ASC explorados pelo professor. Todavia, nos parece que a boa relação afetiva/emocional entre professor e alunos pode ter contribuído de maneira positiva para que os alunos tenham se envolvido com entusiasmo nas discussões dos ASC, assim como fizeram nas aulas dos debates sobre ciência, religião e magia.

b) Caso 3

A Profa. Marli relatou que os alunos, no início do ano, manifestavam desinteresse em ler e debater os textos do livro, pois eles não encontravam as respostas prontas nos textos. Essa situação foi melhorando no decorrer do ano.

A apresentação do seminário evidenciou que os alunos estavam interessados. Todos os grupos apresentaram os seus trabalhos com desenvoltura e vários alunos fizeram perguntas aos colegas. Na última aula em que a professora explicou sobre os processos de poluição, a turma ficou em silêncio e alguns alunos elaboraram questões sobre o assunto para a professora.

Segundo a Profa. Marli, a turma desse caso era considerada pelos outros professores como uma turma bagunceira, mas a professora percebia que por outro lado, eles eram participativos e extrovertidos. Nas aulas que acompanhamos, os alunos em geral eram brincalhões, mas prestavam atenção nas explicações da professora. Durante a aula, a professora não enfrentava um problema ostensivo de disciplina e nem havia conversas paralelas constantes que prejudicassem o seu andamento.

Na entrevista com os alunos, os mesmos afirmaram que gostavam muito da metodologia da aula da professora e que gostavam de química, pois estava relacionada à vida deles. Para eles, a metodologia que a professora usava fazia com que eles não ficassem presos somente ao livro, podendo elaborar, eles mesmos, respostas às questões. Segundo eles, ela foi a única professora que conseguiu ensinar a eles como trabalhar em grupo e nos debates eles aprenderam a ter que emitir opinião sobre o assunto em questão, o que consideravam ser muito bom.

Nessa entrevista, os alunos conseguiram ainda mencionar exemplos práticos de aplicações da química, incluindo alguns relacionados ao tema lixo que foram estudados no primeiro semestre. Eles demonstraram ter uma percepção melhor da relação da química com o cotidiano do que os alunos do Prof. José da Silva, mas menor do que os da Profa. Cristina.

A análise das aulas demonstrou que, apesar dos alunos manifestarem interesse pelos tópicos de poluição, eles não haviam compreendido claramente os processos químicos envolvidos.

Segundo a professora, os alunos tiveram no primeiro semestre uma maior resistência ao estudo dos temas por meio de leituras, o que não foi observado nas aulas da Profa. Cristina que acompanhamos e nem foi relatada pela mesma. Uma hipótese provável que se apresenta é que alunos mais novos não têm a mesma motivação e interesse por temas sociais, como acontece com alunos mais velhos do curso noturno, consideração que iremos comentar novamente ao discutir o próximo caso.

Segundo o relato de dois alunos na entrevista, eles conseguiram aprender com a professora a discutir os temas. Nesse sentido, a dificuldade inicial que a professora relatou em conseguir envolver os alunos no debate parece ter sido superada ao longo do ano, pelo menos em relação a alguns alunos. Assim, podemos dizer que a professora teve algum sucesso em suas tentativas de introduzir a discussão dos ASC. A existência de um contexto escolar menor restritivo – quando comparado, por exemplo, com o caso da Profa. Soraia, que atuava em escola particular – e a insistência da Profa. Marli podem ter favorecido esse resultado.

c) Caso 4

Os alunos da Profa. Soraia não se engajaram nas discussões do tema poluição – o único tema tratado nas aulas que acompanhamos – com o mesmo envolvimento e entusiasmo dos alunos dos demais casos. Houve tentativa de participação de alguns alunos mas essas ficaram restritas a pequenas intervenções. Muitos deles ficaram dispersos ou em conversas paralelas. A professora teve que interromper várias vezes a leitura para pedir silêncio e vários alunos demonstraram desinteresse pelo assunto em questão. Alguns fatores podem ter contribuído para isso, como o grande número de alunos na sala, a idade desses alunos e, talvez o aspecto mais importante, a dinâmica das interações de sala de aula, pois as aulas da Profa. Soraia eram pouco interativas quando comparadas com as dos demais casos.

A consideração de que características da clientela e da escola podem ter relação com a motivação daqueles alunos em discutir ASC foi levantada na entrevista com a professora que trabalhou com esses alunos no primeiro semestre. Essa professora participa do grupo PEQS e já havia adotado o livro em escola pública. Segundo ela, os alunos da escola particular não estão muito preocupados em discutir situações do cotidiano como o lixo e problemas ambientais, que parecem estar distantes do seu contexto social. Essa professora do grupo PEQS percebeu também que os alunos do noturno, por serem mais velhos, manifestam mais interesse em discutir os temas sociais.

Na entrevista com os alunos, quando perguntamos a eles o que chamou a atenção nas aulas de química, todos inicialmente lembraram das aulas de laboratório, as quais ocorriam em um laboratório muito bem montado. Uma

aluna mencionou que gostou de fazer cálculos químicos. Somente quando nos referimos ao livro *Química na Sociedade* foi que eles mencionaram tópicos do cotidiano, como o estudo do lixo e esclarecimentos que tiveram da primeira professora da turma sobre reações químicas que ocorrem no cotidiano, como a reação da água oxigenada.

Nenhum aluno lembrou dos ASC abordados no segundo semestre. Quando perguntamos sobre o que acharam da aula sobre poluição, eles disseram que gostavam de aula daquele tipo, pois quando há debates eles podem participar da aula, emitir a sua opinião e a aula permite a discussão de coisas do seu cotidiano, que são muito interessantes. Uma aluna argumentou que nessa aula não participou, pois a professora já havia dito tudo que ela queria falar e que ela não ia se expor em falar coisas erradas para ser criticada pelos colegas, assim preferia ficar conversando com as amigas.

A respeito do trabalho que fizeram, alguns lembraram que foi importante responder uma questão do texto que tratava da importância da conscientização de cada um para evitar problemas ambientais, todavia tiveram dificuldade em pensar sobre o que podiam fazer nesse sentido.

O que esses dados parece nos revelar é que a abordagem dos ASC no segundo semestre não foi marcante para esses alunos como foi tal abordagem nos demais casos. Nos parece que para esse resultado pode ter havido uma influência do fato de alguns professores terem adotado o livro *Química na Sociedade*. Os alunos dos casos um e três, cujas professoras adotavam o livro, estabeleceram relações da química com ASC com mais desenvoltura e os alunos do caso quatro conseguiram fazer o mesmo no tocante aos temas estudados no

livro durante o primeiro semestre, quando a professora, que foi substituída por Soraia, adotava o livro.

Uma outra consideração é que a abordagem de ASC potencializou, em todos os casos, uma maior interação nas aulas. Mesmo no caso quatro, os alunos tiveram a opinião que nessas aulas eles tinham uma possibilidade maior de participar do que nas outras. Embora a análise daquela aula tenha revelado que houve pouca interação entre a professora e os alunos, nas outras aulas observadas essa interação era ainda menor, o que também foi constatado pelos alunos nas entrevistas.

Os dados evidenciam que, embora a introdução de ASC potencialize a interatividade, essa depende muito da dinâmica discursiva que o professor desencadeia em sala de aula. Nos episódios de abordagem de ASC das aulas do primeiro estudo de caso, houve entre 4 a 6,6 intervenções de alunos por minuto; no debate sobre ciência, religião e magia do caso dois, houve 6,2 intervenções por minuto; na aula de explicação dos temas explorados nos seminários do caso três houve 2,3 intervenções por minuto; e no caso quatro houve 1,9 intervenções por minuto. Percebe-se, assim, que a maior interatividade nos casos um e dois parece estar relacionada às estratégias que aqueles professores usaram na discussão dos ASC, como a introdução de perguntas mais abertas, a capacidade de refazer as perguntas para torná-las mais manejáveis pelos alunos, a capacidade de escuta e espera pelo tempo de resposta e a capacidade de contemplar o horizonte conceitual do aluno, mesmo quando esse é diferente do que está planejado. O depoimento da aluna da Profa. Soraia, a que já nos referimos, é ilustrativo nesse sentido, pois constata que essa professora não tinha

desenvolvido a capacidade de escuta. O uso de debate em grupo parece ter sido um outro fator importante no aumento da interatividade na aula.

Todos esses fatores nos indicam condições para a formação de professores e nos revelam como a apropriação de um material didático pode contribuir para a abordagem de ASC. Será sobre essas questões e as demais de nossa investigação que iremos discutir nas considerações finais de nossa tese.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não sou apenas objeto da **História** mas seu sujeito igualmente. No mundo da História, da cultura, da política, **constato** não para me adaptar mas para mudar.

Paulo Freire (Pedagogia da Autonomia).

Nosso trabalho teve como principal objetivo a análise do processo pedagógico estabelecido em sala de aula pelos professores dos estudos de caso, quando da abordagem de aspectos sócio-científicos (ASC), em relação aos propósitos do letramento científico e tecnológico na perspectiva de formação para a cidadania, visando a identificação de avanços, limitações e implicações para o currículo e para o processo de formação de professores. A análise que desenvolvemos na presente investigação demonstrou que todos os professores investigados abordaram ASC por meio dos temas sugeridos na proposta curricular do livro *Química na Sociedade* e que o desempenho dos professores em sala de aula teve como fator limitante a sua experiência no magistério.

O livro *Química na Sociedade* foi determinante para a abordagem de ASC por todos os professores, uma vez que a abordagem que eles desenvolveram foi conduzida a partir de temas sociais sugeridos no livro. Nesse sentido, o livro *Química na Sociedade* orientou o trabalho dos professores na abordagem de ASC. Constata-se, assim, a relevância da produção de livros didáticos que incorporem ASC, os quais poderão contribuir significativamente para o processo de implantação curricular desses aspectos no ensino médio.

A nossa pesquisa de campo de identificação dos professores que usavam o livro *Química na Sociedade* demonstrou que, apesar da resistência de vários professores em abordar ASC, existe um grupo significativo de professores que manifesta interesse nessa abordagem, ainda que esse interesse tenha o caráter apenas de aumentar a motivação dos alunos. De um grupo de 39 professores entrevistados, apenas sete evidenciaram que não abordavam tais aspectos. Todos os professores reconheceram o objetivo da preparação para a cidadania do ensino de química no ensino médio, mas as suas concepções sobre a abordagem de ASC pareciam ser restritas à ilustração de conteúdos com fatos do cotidiano.

A análise dos quatro estudos de caso demonstrou que para esses a abordagem de ASC, orientada pelo livro *Química na Sociedade*, não ficou restrita à menção de aplicações práticas do conhecimento químico. Isso evidencia que o livro possibilita aos professores fazer um movimento, de abordar ASC somente como ilustração de aplicações da química, para abordá-los em uma perspectiva em que aspectos sociais são tomados como referência. Em todos os estudos de caso, foram identificadas questões sociais abordadas pelos professores. Todavia, foi constatada na prática de sala de aula que apenas a Profa. Cristina, do primeiro estudo de caso, fazia uma abordagem mais sistemática dos ASC e tinha uma preocupação central no desenvolvimento de valores e atitudes.

Ficou evidente, a partir das entrevistas, que a experiência anterior da professora e o curso de capacitação sobre o livro contribuíram de forma significativa para essa abordagem mais sistemática. Nesse sentido, a investigação aponta que materiais curriculares podem contribuir para a inclusão

no currículo de ASC, com uma função que não se restringe à ilustração de aplicações práticas. Todavia, a sua abordagem nessa perspectiva mais ampla depende de uma mudança de concepções dos professores e da sua prática pedagógica, processo que pode ser desencadeado por meio de ações de formação continuada de professores. A Profa. Cristina declarou em suas entrevistas que a ênfase atribuída a atitudes e valores no curso sobre o livro *Química na Sociedade* contribuiu de forma significativa para que ela mudasse a sua concepção sobre essa abordagem, a qual antes era mais restrita a motivar os alunos.

A mudança de concepção do professor ocorre em um processo em que ele, na sua prática em sala de aula, a partir de experiências diversificadas, vai adquirindo autonomia e segurança para a adoção de novas metodologias. A Profa. Cristina relatou que o seu trabalho de abordagem de ASC estava associado à sua experiência anterior no magistério que foi lhe conferindo segurança e desenvoltura em promover discussões sobre os ASC. Os demais professores relataram que tiveram dificuldades em abordar os ASC, devido serem professores iniciantes no magistério. Nesse sentido, os dados deixaram evidente que a experiência do professor é condição determinante para o sucesso de suas estratégias em sala de aula. A prática pedagógica do professor se consolida no dia-a-dia do seu fazer pedagógico da sala de aula. Prática essa que pode ser construída com o suporte de um livro didático, mas que se corporifica não apenas a partir do uso desse livro ou do discurso eloqüente de uma proposta de educação para a cidadania, mas do compromisso e da vontade do professor em buscar o desafio de uma nova prática, como ocorreu com a Profa. Cristina, que

naquele ano estava determinada a desenvolver uma proposta de ensino que incorporasse atitudes e valores.

Nesse sentido, os dados corroboram trabalhos anteriores de que a formação do professor ocorre na prática de sala de aula (SCHÖN, 1992). A Profa. Cristina já vinha construindo essa prática há mais tempo, em relação aos professores dos demais casos, e isso se constitui numa das razões principais da diferença na forma de abordagem dos ASC entre ela e os professores dos demais casos. Isso aponta para a necessidade de serem desenvolvidas propostas em que os licenciandos, em sua formação inicial, possam desenvolver práticas de ensino em que sejam abordados ASC. Da mesma forma, os cursos de formação continuada deveriam ser pensados na perspectiva de desenvolver práticas nesse sentido.

A análise revelou que a prática dos professores dos estudos de caso está aquém de uma proposta de letramento científico e tecnológico na perspectiva humanística. Todavia, ela mostrou que mesmo professores iniciantes no magistério têm desenvolvido tentativas de abordagem de ASC que têm contribuído para o processo de letramento dos alunos.

Defendemos aqui a tese de que o letramento científico e tecnológico na perspectiva humanística é uma meta viável para o ensino regular, o que implica que esforços devem ser desenvolvidos para contribuir para esse processo. O desenvolvimento de materiais curriculares e de cursos de formação de professores são condições essenciais para isso, além de outros fatores identificados na presente investigação.

O livro *Química na Sociedade* contribuiu de forma significativa para que os professores incluíssem, em suas aulas, ASC. Todavia, esse material ainda requer avanços no sentido do alcance de seus objetivos. Há uma necessidade de um aprofundamento da abordagem dos diversos ASC do livro, não se restringindo à questão ambiental e possibilitando uma abordagem mais humanística em sala de aula. Esse aprofundamento refere-se também ao tratamento conceitual em termos de processos químicos envolvidos nos temas abordados. A falta desse aprofundamento fez com que vários alunos não compreendessem corretamente muitos dos processos químicos discutidos nos temas.

No tocante a formação do professor, dois pontos centrais foram identificados: a sua conscientização com relação aos propósitos da abordagem de ASC na perspectiva humanística e o desenvolvimento de uma prática em sala de aula para estabelecer interações dialógicas com os alunos. Todos os professores dos estudos de caso tiveram, em sua formação, contato com estudos sobre formação para a cidadania o que contribuiu para que eles fossem sensíveis à adoção de ASC em suas aulas. A segunda condição está no desenvolvimento de processos interativos em sala de aula. Essa condição é fundamental no ensino de ciências, sobretudo quando se pretende estabelecer um processo de letramento científico na perspectiva humanística, conforme propõe Paulo Freire.

Os dados obtidos no estudo de caso um nos forneceram indicadores de que os ASC potencializaram a possibilidade de aumentar as interações dialógicas em sala de aula. Ao introduzir ASC, os alunos estabelecem relações com fatos do cotidiano e isso contribui de forma marcante para que o aluno recupere a sua “voz”, as suas visões de mundo sobre os aspectos em discussão.

No entanto, isso depende obviamente de uma postura do professor, mais aberta a ouvir os alunos. O uso de questões para discussão contribuiu para que a Profa. Cristina, com mais experiência no magistério, conseguisse em determinadas situações iniciar um movimento dialógico em que os horizontes conceituais dos alunos fossem contemplados. Os dados indicam, portanto, que os ASC podem ter mais uma função no ensino de ciências: a de contribuir para o estabelecimento de um processo dialógico em sala de aula.

Uma grande dificuldade enfrentada pelos professores menos experientes foi a de conduzir esse processo sem perder de vista o seu planejamento. Esses professores, ao buscarem ouvir as idéias dos alunos, muitas vezes apresentavam dificuldades em conduzir o planejamento de suas aulas de forma a concluir os temas em discussão. Em outros casos, como aconteceu predominantemente com a Profa. Soraia, ao seguirem rigorosamente o seu planejamento eles não conseguiram estabelecer estratégias interativas. Nesse sentido, foi identificada a tensão, vivenciada pelo professor e já descrita na literatura, entre dar “voz” ao aluno e manter o curso do planejamento anterior.

Além desses aspectos, os professores apresentaram dificuldades em conduzir as discussões dos ASC, de forma a esclarecer conceitos incorretos apresentados pelos alunos, a aprofundar a abordagem conceitual, a explorar amplamente os ASC e, como comentamos acima, a promover interações dialógicas. Todos os professores evidenciaram dificuldades durante o debate sobre os ASC, em selecionar pontos centrais para esclarecer conceitos ou para destacar aspectos básicos para discussão. Isso ocorreu também com a Profa.

Cristina, que apresentava uma desenvoltura maior, em relação a esses aspectos, do que os demais professores.

Os dados evidenciaram que algumas estratégias didáticas, como: re-elaboração de perguntas para torná-las mais manejáveis pelos alunos, escuta e espera pelo tempo de resposta dos alunos, contribuem para o estabelecimento do processo interativo. Associada a isso, a realização de debates em grupos se revelou em mais uma estratégia que pode contribuir para o envolvimento de um maior número de alunos. A exibição de vídeo é uma outra estratégia que, associada a uma discussão aprofundada dos conceitos envolvidos, também se configurou como favorável à introdução de ASC.

A análise dos ASC explorados pelos professores evidenciou também que a abordagem desses aspectos tanto potencializa o processo de interação em sala de aula como possibilita a emergência de situações vivenciais dos alunos e da discussão de atitudes e valores. No estudo de caso um, observou-se uma grande quantidade de intervenções dos alunos sobre situações de seu cotidiano e em dois episódios, cinco e sete, a discussão dos ASC permitiu a abordagem dos aspectos na perspectiva temática de Paulo Freire. Isso mostra, que a abordagem temática a partir de temas previamente estabelecidos pode propiciar a emergência de aspectos vivenciais dos alunos que problematizam a sua realidade. Com relação às atitudes e valores, observou-se que todas as questões dessa natureza que foram introduzidas pelos professores dos estudos de caso surgiram a partir de ASC que estavam sendo abordados em sala de aula. Nesse sentido, o presente trabalho confirma a importância da introdução de ASC, pois a partir dos mesmos, o professor poderá desenvolver uma abordagem humanística,

explorando temas da vivência dos alunos que podem emergir nas discussões e introduzindo questões de valores e atitudes.

Dificuldades diversas serão enfrentadas para a consolidação da abordagem de ASC, como as identificadas na presente pesquisa. O contexto da escola é um dos fatores fundamentais. Em escolas em que os professores estejam submetidos a um processo intenso de controle, é muito provável que muitos professores venham a agir como a Profa. Soraia, o que vai dificultar o trabalho do professor. Pelos estudos desenvolvidos, podemos dizer que as condições da escola se configuram como um limite importante, mas não determinante. Em escolas muito restritivas, pode acontecer de a abordagem de ASC ser muito pontual e pouca contribuição ela fornecerá para o letramento científico e tecnológico. Os três casos em que os professores abordaram uma maior quantidade de conteúdos de ASC ocorreram em escolas em que esses professores tiveram ampla liberdade de planejamento. Um desses professores identificou que, em outra escola mais restritiva, ele tinha dificuldade de usar as mesmas estratégias. Porém, os dados mostraram que a abordagem de ASC depende também do professor, do currículo e do próprio livro didático. Na escola da Profa Soraia, que era muito restritiva, a professora do primeiro semestre, por possuir mais experiência com o livro *Química na Sociedade*, conseguiu trabalhar mais intensamente com esse livro e, conforme opinião dos alunos na entrevista, parece que o trabalho naquele semestre provocou uma maior influência na formação dos alunos do que o trabalho da Profa. Soraia. Ou seja, em uma mesma turma, numa mesma escola considerada restritiva, um professor mais experiente,

com o auxílio de um livro didático, conseguiu fazer uma abordagem de ASC menos pontual.

O engajamento dos alunos no estudo de vários temas, também pode se configurar em uma dificuldade. Os dados indicam que esse engajamento provavelmente dependa também de características da própria comunidade escolar. Nos parece, todavia, que essa dificuldade em relação ao interesse dos alunos por temas sociais, talvez possa ser superada por estratégias diferenciadas e por um trabalho de persistência do professor, como aconteceu com a Profa. Marli. Essa professora, no início do ano, enfrentou dificuldades em discutir os ASC a partir de textos, pois os alunos estavam desinteressados em fazer leituras e trabalhos em grupo. Ao final do ano, os alunos afirmaram na entrevista que tinham aprendido com a professora a fazer discussões em grupo.

Todas as condições até aqui expostas são factíveis de serem alcançadas em muitas escolas, mas dependem de várias condições: a persistência do professor em implantar novas metodologias; sua experiência prática; a elaboração de livros didáticos mais aprofundados; a adoção de estratégias de ensino mais interativas; e o estabelecimento de condições mais flexíveis no planejamento do professor. Todavia, se pensamos em um letramento científico e tecnológico humanístico, outras barreiras terão que ser vencidas além das já citadas, para muitas das quais não se têm respostas claras.

Conforme discutimos no capítulo um, o letramento científico e tecnológico na perspectiva humanística implica não apenas no conhecimento científico e técnico com caráter de aplicação prática, mas na discussão do contexto atual da sociedade tecnológica, com vistas a uma tomada de posição,

tanto do ponto de vista pessoal, como do ponto de vista social. Isso implica em uma discussão: dos problemas ambientais atuais e futuros, dos modelos de desenvolvimento científico e tecnológico, dos valores impostos pelo sistema produtivo, das questões de poder econômico, da distribuição igualitária dos benefícios tecnológicos etc. Essas questões envolvem valores e aspectos éticos e extrapolam o conhecimento químico.

Alguns desses aspectos estavam presentes no estudo de caso da Profa. Cristina. Segundo relato do Prof. José da Silva e da Profa. Marli, em suas aulas também foram abordados alguns desses aspectos relativos ao ambiente. Nesse sentido, os dados indicam que a introdução de ASC no currículo possibilita a discussão de aspectos mais amplos do contexto social. Os dados evidenciaram, porém, que as discussões de atitudes e valores não foram aprofundadas pelos professores dos quatro estudos de caso, nem mesmo pela Profa. Cristina. Nesse sentido, cabe uma pergunta: estavam aqueles professores preparados para promover discussões mais aprofundadas sobre tais questões em sala de aula?

O perfil sócio-econômico cultural dos professores investigados evidencia que os mesmos não são militantes políticos, não possuem uma ampla formação cultural, não têm um hábito muito regular da leitura de jornais e revistas, poucos lêem revistas científicas, e são oriundos, na sua maioria, de famílias com baixo nível de escolarização. Isso não necessariamente implica que esses professores não possam desenvolver uma proposta de educação humanística, uma vez que a Profa. Cristina que tinha exatamente tal perfil foi a que mais se aproximou dessa proposta. Todavia, fica evidente que tais professores terão dificuldades em promover discussões mais amplas do ponto de vista sociológico,

econômico, histórico e cultural, pois falta a eles formação específica nesse sentido, tanto profissional quanto pessoal.

LEVINSON (2001) desenvolveu um projeto para discutir sobre que professores estariam mais preparados para discutir aspectos bioéticos em questões controvertidas em medicina: professores de ciências ou professores da área de humanidades? Em seu trabalho, ele demonstra que professores de ciências têm dificuldades em discutir questões éticas, mas possuem maior facilidade em explicar aos alunos a natureza dos problemas médicos envolvidos nas questões em discussão. Nesse sentido, ele aponta que um trabalho conjunto com professores das duas áreas talvez fosse o mais recomendável.

Da mesma forma, consideramos que a educação humanística em ciências deve envolver uma abordagem interdisciplinar. Observa-se que no caso da Profa. Marli, os temas sobre chuva ácida, efeito estufa e destruição da camada de ozônio foram estudados pelos alunos em aulas de geografia e retomados em aulas de química, por meio de seminários dos alunos. A falta de uma explicação mais detalhada para os alunos sobre os processos envolvidos fez com que eles continuassem a não compreender corretamente os processos envolvidos, mesmo depois do estudo na disciplina de geografia e da apresentação de seminários. Isso evidencia a importância daqueles ASC serem abordados adequadamente no âmbito das disciplinas científicas.

O fato, porém desses ASC requisitarem conhecimentos de outras áreas, como das ciências humanas, não implica na impossibilidade deles serem tratados isoladamente em química. Nesse sentido, pudemos constatar nos estudos de caso que em nenhum deles foi desenvolvido um trabalho

interdisciplinar com a participação de professores de outras disciplinas na discussão dos temas. Assim, verificou-se que, apesar de todas as dificuldades encontradas pelos professores e do caráter multidisciplinar dos temas, o mesmo pode ter uma abordagem inicial no âmbito específico da disciplina química.

Dessa forma, acreditamos que uma abordagem de ASC poderia ser iniciada nas disciplinas científicas, até que aos poucos ela envolva os professores de outras áreas. No trabalho do grupo PEQS, temos tido notícias de iniciativas de diversas escolas em que a partir de temas sociais abordados no livro *Química na Sociedade*, projetos interdisciplinares envolvendo outros professores estão sendo desenvolvidos. Segundo a professora do grupo PEQS, que foi substituída pela Profa. Soraia, no segundo semestre daquele ano da coleta de dados, a partir do tema lixo, trabalhado no primeiro semestre com os alunos, a coordenação pedagógica da escola desenvolveu um projeto sobre o lixo para todas as séries do ensino fundamental envolvendo professores de diferentes disciplinas.

Estamos defendendo aqui nesta tese, que para o letramento científico é importante desenvolver atitudes como a consciência de que não se deve jogar bateria de celular no lixo. Porém, nesse letramento é fundamental que os alunos saibam minimamente as razões do porque não fazer isso. Quem vai ensinar esses conteúdos científicos, se os ASC foram explorados apenas pelos professores da área das ciências humanas e se os currículos de ciências contiverem apenas os conceitos científicos que estruturam a sua área de conhecimento?

Os dados de nossa investigação apontaram uma grande quantidade de informações relevantes para o letramento científico e tecnológico que foram

abordados pela Profa. Cristina em relação aos poucos que foram explorados pela Profa. Soraia. Os alunos da Profa. Cristina, do ensino noturno de escola pública, muito provavelmente receberam uma bagagem de informação conceitual em química muito menor do que os alunos da Profa. Soraia, mas por outro lado, receberam diversas informações relevantes para que possam atuar na sociedade, informações essas que não foram estudadas pelos alunos da Profa. Soraia. Fica evidente que os conhecimentos do letramento científico e tecnológico do ponto de vista prático e utilitário, que são essenciais para o mundo tecnológico em que vivemos, são introduzidos no currículo quando ASC estão presentes, sobretudo a partir de uma abordagem temática. Esses conhecimentos raramente são abordados quando o professor segue um conteúdo estritamente de química, daí a relevância deles serem incluídos na disciplina de química.

Em síntese, os dados dos estudos de caso evidenciaram que o processo de reforma curricular depende, dentre outras condições, da formação de professores, das condições da escola, do currículo programático, do livro didático e do contexto social dos alunos. Essa mudança não vai se efetivar simplesmente a partir de reformas na legislação sobre a educação brasileira e pela propaganda sistemática na mídia, ainda que tais ações contribuam de alguma forma para a referida reforma.

A partir das análises apresentadas, podemos dizer, então, que a adoção pelos professores de livros didáticos que incluam ASC na perspectiva de formação para a cidadania é um passo fundamental para iniciar a formação de professores na prática de sala de aula, na medida que eles desenvolvam tentativas de incluir no currículo os ASC a partir do uso do livro didático. Essas

são medidas concretas factíveis de serem executadas que foram identificadas em nossa pesquisa, a qual se desenrolou no contexto escolar praticamente sem interferência do pesquisador no processo de planejamento pedagógico. Acreditamos que essa primeira iniciativa dos professores em abordar ASC pode dar segurança aos mesmos para iniciar, no futuro projetos, interdisciplinares com professores de outras disciplinas. Por sua vez, o desenvolvimento de projetos interdisciplinares poderá contribuir para que, no futuro, possamos criar condições para que a escola possa ser pensada como uma escola globalizante.

Os estudos de caso desenvolvidos na presente investigação forneceram, portanto, contribuições para a compreensão do processo de reforma curricular em que se pretende desenvolver o letramento científico e tecnológico na perspectiva humanística. Ficou evidente, então, que não serão ações isoladas de elaboração de livros didáticos, de realização de cursos de formação continuada de professores, ou de estabelecimento de planos pedagógicos nas escolas que vão assegurar tal reforma. Isso exige mudanças em todo sistema educacional em que ações conjuntas possam ser desenvolvidas de forma a contribuir para que o ideal abraçado pela Profa. Cristina seja transformado em um processo de educação libertadora para a construção de uma sociedade planetária mais justa e solidária.

Se essa pesquisa, por um lado, apontou desencontros que ainda vão exigir grandes esforços dos professores, por outro, ela nos mostrou um potencial transformador da educação, em que professores, iniciantes em sua prática pedagógica, enfrentando a mesmice do sistema escolar, desenvolvem tentativas

de uma mudança mais ampla, fazendo o que muito de nós ainda não fizemos: levar para sala de aula uma discussão social da química.

Nesse sentido, a Profa. Cristina, o Prof. José da Silva, a Profa. Marli e a Profa. Soraia nos mostraram que é possível sonhar em educação e que não é necessário aguardar o dia ideal para que, em uma escola ideal em que sejam utilizados livros ideais, professores ideais, com currículos ideais e alunos ideais, se possa iniciar uma educação científica humanística. Educação se faz, segundo Paulo Freire, no contexto concreto de vida humana. Foi nesse contexto que nossa pesquisa, se desenvolveu, no contexto real e não no ideal. Os professores aqui nomeados não são fictícios e nem os dados aqui apresentados são obra de ficção literária. Esses professores, apesar de possuírem condições de trabalho e de salário acima da maioria dos professores de nosso país, são professores reais, que convivem com a violência escolar, que não encontram suporte em seu planejamento pedagógico semanal, e que trabalham no fazer pedagógico por meio do autodidatismo. O livro *Química na Sociedade*, com um conjunto de erros conceituais e de diagramação e com uma abordagem ainda superficial de temas também não é um livro ideal. Foi produzido no contexto de nossa universidade pública, sem suporte financeiro para tal e com co-autoria com professores do ensino médio. As escolas públicas e particular em que estivemos filmando nossas aulas são escolas reais, assim como os alunos que fizeram parte desses estudos.

Sendo assim, se temos que aqui concluir os que esses estudos de caso nos ensinaram, diríamos que aprendemos com eles que, apesar do letramento científico e tecnológico na perspectiva humanística estar longe da sala de aula, ele representa uma meta possível de ser realizada em escolas do ensino

médio e para tal precisamos considerar os aspectos sócio-científicos como elementos constitutivos do currículo e precisamos de pessoas, como os professores desses casos, que acreditem em ações de elaboração de livros didáticos, de desenvolvimento de cursos de formação de professores e de melhoria das condições de trabalho do professor. Pois acreditar em uma educação humanística é acreditar no potencial transformador dos seres humanos. É aceitar e acreditar na existência humana e na sua capacidade de mudar o seu destino. Por isso defendemos a tese de que os aspectos sócio-científicos são elementos constitutivos de educação humanística e que devem ser incorporados aos currículos das disciplinas científicas. Pois pensamos como Paulo Freire:

E não se diga que, se sou professor de biologia, não posso me alongar em considerações outras, que devo *apenas* ensinar biologia, como se o fenômeno vital pudesse ser compreendido fora da trama histórico-social, cultural e política. Como se a vida, a pura vida, pudesse ser vivida de maneira igual em todas as suas dimensões na favela, no cortiço ou numa zona feliz dos “Jardins” de São Paulo. Se sou professor de biologia, obviamente, devo ensinar biologia, mas ao fazê-lo, não posso seccioná-la daquela trama (FREIRE, 1992, p. 78-79) [grifo do autor].

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIKENHEAD, G. S. What is STS science teaching? *In*: SOLOMON, J. e AIKENHEAD, G. *STS education : international perspectives on reform*. New York, Teachers College Press, p. 47-59, 1994a.
- _____. Consequences to learning science through STS : a research perspective *In*: SOLOMON, J. e AIKENHEAD, G. *STS education : international perspectives on reform*. New York, Teachers College Press, p. 169-186, 1994b.
- _____. Science Education : border crossing into the subculture of science. *Studies in Science Education*, n. 27, p. 1-52, 1996.
- _____. Student views on the influence of culture on science. *International Journal of Science Education*, v. 19, n. 4, p. 419-428, 1997a.
- _____. STL and STS : common ground or divergent scenarios? *In*: JENKINS, E. (Ed.) *Innovations in science and technology education*, vol. VI. Paris, Unesco Publishing, p. 77-93, 1997b.
- _____. Renegotiating the culture of school science. *In*: MILLAR, R., LEACH, J. AND OSBORNE, J. (Eds.) *Improving Science Education : the contribution of research*. Buckingham and Philadelphia, Open University Press, p. 245-264, 2000.
- AIKENHEAD, G. S.; FLEMING, R. W. and RYAN, A. G. High-school graduates' beliefs about science-technology-society. I. Methods and issues in monitoring students' beliefs. *Science Education*, v. 71, n. 4, p. 459-487, 1987.
- ARONS, A. B. Achieving wider scientific literacy. *Daedalus : Journal of the American Academy of Arts and Sciences*, v.112, p. 91-122, 1983.
- BAKHTIN, M. M. *Marxismo e filosofia da linguagem : problemas fundamentais do método sociológico na ciência da linguagem*. São Paulo, Hucitec, 1986.
- _____. *Estética da criação verbal*. São Paulo, Martins Fontes, 1992.
- BAZZO, W. A. *Ciência, tecnologia e sociedade : e o contexto da educação tecnológica*. Florianópolis, Ed. da UFSC, 1998.
- BECK, U. *Risk society : towards a new modernity*. London, Newbury Park, 1992.
- BINGLE, W. H. and GASKELL, P. J. Scientific literacy for decision making and the social construction of scientific knowledge. *Science Education*, v. 78, n. 2, p. 185-201, 1994.
- BOFF, L. *Nova era : a civilização planetária*. São Paulo, Editora Ática, 1994.
- _____. *Ecologia : grito da terra, grito dos pobres*. São Paulo, Editora Ática, 1995.
- BRASIL, Secretaria do Ensino Médio. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília, 1999.
- BRICKHOUSE, N. W.; DAGHER, Z. R.; LETTS, W. J. and SHIPMAN, H. L. Diversity of students' views about evidence, theory and the interface between

- science and religion in an astronomy course. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 37, n. 4, p. 340-362, 2000.
- BRICKHOUSE, N. W.; EBERT-MAY, D. and WIER, B. A. Scientific Literacy : perspectives of school administrators, teachers, students, and scientists from an urban mid-Atlantic community. In: CHAMPAGNE, A. B.; LOVITTS, B. E. and CALINGER, B. J. (Eds.) *This year in school science 1989 : scientific literacy*. Washington, American Association for the Advancement of Science, p. 157-176, 1989.
- BRIDGSTOCK, M.; BURCH, D., FORGE, J. *et al. Science, technology and society : an introduction*. Australia, Cambridge University Press, 1998.
- BRUNER, J. Vygotsky : a historical and conceptual perspective. In: WERTSCH, J. (Ed.) *Culture, communication, and cognition : Vygotskian perspectives*. Cambridge, Cambridge University Press, p. 21-34, 1985.
- BYBEE, R. W. Science education and the science-technology-society (STS) theme. *Science Education*, v. 71, n. 5, p. 667-683, 1987.
- CHASSOT, A. I. *Para que(m) é útil o ensino? Alternativas para um ensino (de Química) mais crítico*. Canoas, Ed. da ULBRA, 1995.
- CHAMPAGNE, A. B. and LOVITTS, B. E. Scientific literacy : a concept in search of definition. In: CHAMPAGNE, A. B.; LOVITTS, B. E. and CALINGER, B. J. (Eds.) *This year in school science 1989 : scientific literacy*. Washington, American Association for the Advancement of Science, p. 1-14, 1989.
- CNE, CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. Resolução nº 3, de 26 junho de 1998 da Câmara de Educação Básica. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília, 1998.
- CROSS, R. Conceptions of scientific literacy : reactionaries in ascendancy in the State of Victoria. *Research in Science Education*, v. 25, n. 2, p. 151-162, 1995.
- CROSS, R. T. and PRICE, R. F. *Teaching science for social responsibility*. Sydney, St. Louis Press, 1992.
- _____. Science teachers' social conscience and the role of controversial issues in the teaching of science. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 33, n. 3, p. 319-333, 1996.
- _____. The social responsibility of science and the public understanding of science. *International Journal of Science Education*, v. 21, n. 7, p. 775-785, 1999.
- DAGHER, Z. R. and BOUJAUD, S. Scientific views and religious beliefs of college students : the case of biological evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 34, n. 5, p. 429-445, 1997.
- DeBOER, G. E. Scientific literacy : another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 37, n. 6, p. 582-601, 2000.
- DELIZOICOV, D. *Concepção problematizadora para o ensino de ciências na educação formal*. São Paulo. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.
- _____. *Conhecimento, tensões e transições*. São Paulo. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

- DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E. F. and SCOTT, P. Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. *Educational Researcher*, v. 23, n. 7, p. 05-12, 1994.
- DRIVER, R. and LEACH, J. A. Constructivist view of learning : children's conceptions and the nature of science. In: YAGER, R. E. (Ed.) *The science, technology, society movement*. Washington, DC: National science Teachers Association, p. 103-112, 1993.
- DRIVER, R.; LEACH, J. MILLAR, R. and SCOTT, P. *Young people's images of science*. Buckingham and Philadelphia, Open University, 1996.
- ECHEVERRÍA, A. R. *Dimensão empírico-teórica no processo de ensino – aprendizagem do conceito soluções no ensino médio*. Campinas. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.
- EDWARDS, D. and MERCER, N. M. *Common Knowledge* : The development of understanding in the classroom. London, Methuen, 1987.
- EIJKELHOF, H. and LIJNSE, P. Experiences with research and development to improve STS – education on radioactivity and ionizing radiation. In: YAGER, R. E. (Ed.). *The Status of STS* : reform efforts around the world. International council of Associations for Science Education, Icase, Yearbook, p. 47-55, 1992.
- FENSHAM, P. J. Approaches to the teaching of STS in science education. *International Journal of Science education*, v. 10, n. 4, p. 346-356, 1988.
- FLEMING, R. Literacy for a technological age. *Science Education*, v. 73, n. 4, p. 391-404, 1989.
- FONSECA, A. *Química volume único*. São Paulo, IBEP, 1999.
- FOUREZ, G. Scientific literacy, societal choices, and ideologies. In: CHAMPAGNE, A. B., LOVITTS, B. E. and CALINGER, B. J. (Eds.) *This year in school science 1989* : scientific literacy. Washington, American Association for the Advancement of Science, p. 1-14, 1989.
- _____. *A construção das ciências* : introdução à filosofia e à ética das ciências. São Paulo, Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995.
- _____. Science teaching and the STL movement : a socio-historical view. In: JENKINS, E. (Ed.) *Innovations in science and technology education*, vol. VI. Paris, Unesco publishing, p. 43-57, 1997.
- FRAZER, M. J. and KORNHAUSER, A. Ethics and social responsibility in science education : an overview. In: FRAZER, M. J. and KORNHAUSER, A. (Eds.) *Ethics and social responsibility in science education*, Science and technology education and future human needs, v. 2. Oxford, Icsu Press by Pergamon press, p. 31-36, 1986.
- FREIRE, P. *Educação como prática da liberdade*. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1967.
- _____. *Pedagogia do oprimido*, 17 ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987.
- _____. *Pedagogia da esperança* : um reencontro com a pedagogia do oprimido. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1992.
- GASKELL, P. J. Science education for citizens : perspectives and issues. I. Science, technology and society : Issues for science teachers. *Studies in Science Education*, n. 9, p. 33-46, 1982.

- GAUCHE, R. *Prática de Ensino de Química : A Voz do Professor - Uma Abordagem de Pesquisa Educacional em Estudo* realizado no Ensino Secundário do Distrito Federal. Campinas. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.
- GAYFORD, C. Discussion-based group work related to environmental issues in science classes with 15-year-old pupils in England. *International Journal of Science Education*, v. 15, n. 5, p. 521-529, 1993.
- GEDDIS, A. N. Improving the quality of science classroom discourse on controversial issues. *Science Education*, v. 75, n. 2, p. 169-183, 1991.
- GIBBONS, M.; LIMOGES, C.; NOWOTNY, H. *et al.* *The new production of knowledge : the dynamics of science and research in contemporary societies*. London, SAGE Publications, 1994.
- GIDDENS, A. *Modernity and self-identity : self and society in the late modern age*. Stanford, Standford University Press, 1991.
- GIL-PÉREZ, D. e CARVALHO, A. M. P. *Formação de professores de ciências : tendências e inovações*. São Paulo, Cortez, 1993.
- GÓES, M. C. R. de. A abordagem microgenética na matriz histórico-cultural : uma perspectiva para o estudo da constituição da subjetividade. *Cadernos Cedes*, ano XX, nº 50, p. 9-25, abr. 2000.
- GUTIÉRREZ, F. e PRADO, C. *Ecopedagogia e cidadania planetária*. São Paulo, Cortez: Instituto Paulo Freire, 1999.
- HABERMAS, J. *Toward a rational society : student protest, science and politics*. London, Heinemann Educational Books, 1971.
- HELMS, V. J. Science and/in the community : context and goals in practical work. *International Journal of Science Education*, v. 20, n. 6, p. 643-653, 1998.
- HILL, S. *The tragedy of technology : human liberation versus domination in the late twentieth century*. London, Pluto Press, 1988.
- HOFSTEIN, A.; AIKENHEAD, G; and RIQUEARTS, K. Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium. *International Journal of Science Education*, v. 10, n. 4, p. 357-366, 1988.
- JAPIASSU, H. *Um desafio à educação : repensar a pedagogia científica*. São Paulo, Ed. Letras & Letras, 1999.
- JENKINS, E. Scientific literacy and school science education. *School Science Review*, v. 71, n. 256, p. 43-51, 1990.
- _____. Scientific and technological literacy : meanings and rationales. In: JENKINS, E. (Ed.) *Innovations in science and technology education*, vol. VI. Paris, Unesco Publishing, p. 11-39, 1997.
- KOLSTOE, S. D. Scientific literacy for citizenship : tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, v. 85, n. 3, p. 291-310, 2001.
- LAUGKSCH, R. C. Scientific literacy : a conceptual overview. *Science Education*, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000.
- LEDERMAN, N. G. Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review or the research. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 29, n. 4, p. 331-359, 1992.
- LEVINSON, R. Should controversial issues in science be taught through the humanities? *School Science Review*, v. 82, n. 300, p. 97-102, 2001.

- LÓPEZ, J. L. L. y CEREZO, J. A. L. Educación CTS en acción : enseñanza secundaria y universidad. In: GARCÍA, M. I. G.; CEREZO, J. A. L. e LÓPEZ, J. L. L. *Ciencia, tecnología y sociedad : una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid, Editorial Tecnos, S. A, p. 225-252, 1996.
- LOWE, I. STS : The future mode of science education. *The Australian Science Teachers Journal*, v. 31, n. 1, p. 23-32, 1985.
- LÜDKE, M. e ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação : abordagens qualitativas*. São Paulo, EPU, 1986.
- LUMPE, A. T.; HANEY, J. J. and CZERNIAK, C. M. Science teacher beliefs and intentions to implement science-technology-society (STS) in the classroom. *Journal of Science Teacher Education*, v. 9, n. 1, 1-24, 1998.
- MACHADO, A. H. *Aula de química : discurso e conhecimento*. Ijuí, Ed. Unijuí, 1999.
- MALDANER, O. A. *A formação inicial e continuada de professores de química*. Ijuí, Ed. Unijuí, 2000.
- MARCUSE, H. *One dimensional man : studies in the ideology of advanced industrial society*, London, Routledge & K. Paul, 1964.
- MEHAN, H. *Learning lessons : social organization in the classroom*. Cambridge, MA: Havard University Press, 1979.
- MERRYFIELD, M. M. Science-technology-society and global perspectives. *Theory into Practice*, v. 30, n. 4, p. 288-293, 1991.
- MILLAR, R. Towards a science curriculum for public understanding. *School Science Review*, v. 77, n. 280, p. 7-18, 1996.
- MILLER, J. D. Scientific literacy : a conceptual and empirical review. *Daedalus : Journal of the American Academy of Arts and Sciences*, v.112, n. 2, p. 29-48, 1983.
- MÓL, G. de S. e SANTOS, W. L. P. dos (coords.) et al. *Química na sociedade, Volume 1, módulo 1*. Brasília, Editora UnB, 1998a.
- _____. *Química na sociedade, Volume 1, módulo 2*. Brasília, Editora UnB, 1998b.
- _____. *Química na sociedade, Volume 1, 2 ed. rev. e ampl.* Brasília, Editora UnB, 2000.
- MÓL, G. S.; SANTOS, W. L. P. dos e SILVA, R. R. da. Projeto de ensino de química em um contexto social : produção de material didático como formação continuada de professores do ensino médio. In: 21^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, Poços de Caldas - MG, Maio, 1998, *Livro de Resumos*, ED – 023, 1998.
- MOREIRA, A. F. B. e SILVA, T. T. da. Sociologia e teoria crítica do currículo : uma introdução. In: *Currículo, cultura e sociedade*. MOREIRA, A. F. B. e SILVA, T. T. da (orgs.). São Paulo, Cortez, p. 7-37, 1994.
- MORTIMER, E. F. *O ensino de estrutura atômica e de ligação química na escola de segundo grau; drama, tragédia ou comédia?* Belo Horizonte. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1988.
- _____. Conceptual change or conceptual profile change? *Science & Education*, v. 4, n.3, p. 265-287, 1995.
- _____. Multivoicedness and univocality in classroom discourse : an example from theory of matter. *International Journal of Science Education*, v. 20, n. 1, p. 67-82, 1998.

- _____. Microgenetic analysis and the dynamic of explanation in science classroom. Paper presented at the II Conference of the European Science Education Research Association, Kiel, 31st August to 4th September, 1999.
- _____. Microgenetic analysis and the dynamic of explanation in science classroom. Paper presented at the III Conference for Sociocultural Research. *Proceedings*, <http://www.fae.unicamp.br/br2000>, Campinas, Brazil, July, 16-20, 2000.
- MORTIMER, E. F. e CARVALHO, A. M. P. Referências teóricas para análise do processo de ensino de ciências. *Cadernos de Pesquisa*, n. 96, p.5-14, 1996.
- MORTIMER, E. F. e MACHADO, A. M. A linguagem numa sala de aula de ciências. *Presença Pedagógica*. Belo Horizonte, Dimensão, v.2, n.11, p.49-57, 1996.
- _____. Múltiplos olhares sobre um episódio de ensino : "Por que o gelo flutua na água?". *In: Encontro sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciências – Linguagem, Cultura e Cognição; reflexões para o ensino de ciências. Anais*. Belo Horizonte, Faculdade de Educação da UFMG, p. 139-162, 1997
- _____. Anomalies and conflicts in classroom discourse. *Science Education*, v. 84, n. p. 29-444, 2000.
- _____. Elaboração de conflitos e anomalias em sala de aula. *In: MORTIMER, E. F. e SMOLKA, A. L. B. (orgs.). Linguagem, Cultura e Cognição : reflexões para o ensino de ciências e a sala de aula*. Belo Horizonte, Autêntica, p. 107-138, 2001.
- MORTIMER, E. F.; ORNELAS, A. D. A.; MACHADO, A. H.; MARTINS, C. L. F.; CASTILHO, D. L.; SANTOS, F. M. T.; SILVEIRA, K. P.; GOMES, L. A. K.; S., N. S. da; ALLEN, P. S.; e MINGOTE, R. M. A experiência do projeto FOCO : formação continuada de professores de química e ciências. *In: IX Encontro Nacional de Ensino de Química, 1998. Anais e Caderno de Resumos*. São Cristóvão, UFS, p. 295, 1998.
- MORTIMER, E. F. and SCOTT, P. H. Bringing new tools to analyse the teaching and learning of Science. *In: LEACH, J., MILLAR, R. and OSBORNE, J. (Eds.) Improving Science Education : the contribution of research*. Buckingham, Open University Press, 2000.
- _____. *Making meaning in science classroom*. A ser publicado pela Open University Press, (em preparação).
- MURPHY, P. and McCORMICK, R. Problem solving in science and technology education. *Research in Science Education*, v. 27, n. 3, p. 461-481, 1997.
- NÓVOA, A. (org.). *Os professores e a sua formação*, 2 ed. Lisboa, Publicações Dom Quixote, 1992.
- PACEY, A. *La cultura de la tecnología*. Cidade do México : Fondo de Cultura Económica, 1990.
- PATRONIS, T.; POTARI, D. and SPILIOTOPOULOU, V. Students' argumentation in decision-making on a socio-scientific issue : implications for teaching. *International Journal of Science Education*, v. 21, n. 7, p. 745-754, 1999.
- PEDRETTI, E. Septic tank crisis : a case study of science, technology and society education in an elementary school. *International Journal of Science Education*, v. 19, n. 10, p. 1211-1230, 1997.
- PERNAMBUCO, M. M. C.; DELIZOICOV, D. e ANGOTTI, J. A. P. Projeto de ensino de ciências a partir de problemas da comunidade. *In: Seminário*

- ciência integrada e/ou integração entre as ciências : teoria e prática. *Atas*. Rio de Janeiro, Editora da UFRJ, 1988.
- PITOMBO, L. R. M.; MARCONDES, M. E. R.; ESPERIDIÃO, Y. M.; VIDOTTI, I. M.; LISBÔA, J. C. e AKAHOSHI, L. H. Uma tentativa na direção da transformação do professor transmissor para o professor-pesquisador. *In: IX Encontro Nacional de Ensino de Química*, 1998. *Anais e Caderno de Resumos*. São Cristóvão, UFS, p. 298, 1998.
- PREWITT, K. Scientific literacy. *Daedalus : Journal of the American Academy of Arts and Sciences*, v.112, n. 2, p. 49-64, 1983.
- RAMSEY, J. The science education reform movement : implications for social responsibility. *Science Education*, v. 77, n. 2, p. 235-258, 1993.
- RATCLIFFE, M. Pupil decision-making about socio-scientific issues within the science curriculum. *International Journal of Science Education*, v. 19, n. 2, p. 167-182, 1997.
- _____. Discussing socio-scientific issues in science lessons – pupils' actions and the teacher's role. *School Science Review*, v. 79, n. 288, p. 55-59, 1998.
- _____. Science, technology and society in school science education. *School Science Review*, v. 82, n. 300, p. 83-92, 2001.
- ROBERTS, D. What counts as science education? *In: FENSHAM, P., J. (Ed.) Development and dilemmas in science education*. London, The Falmer Press, p. 27-55, 1988.
- ROMANELLI, L. I. *Concepções do professor sobre o seu papel mediador na construção do conhecimento do conceito átomo*. Campinas. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.
- ROSENTHAL, D. B. Two approaches to science – technology – society (STS) education. *Science Education*, v. 73, n. 5, p. 581-589, 1989.
- ROTH, W.-M. and ALEXANDER, T. The interaction of students' scientific and religious discourses : two case studies. *International Journal of Science Education*, v. 19, n. 2, p. 125-146, 1997.
- RUBBA, P. Integration STS into school science and teacher education : beyond awareness. *Theory into Practice*, v. 30, n. 4, p. 303-315, 1991.
- RYDER, J. Identifying science understanding for functional scientific literacy : implications for school science education. *Studies in Science Education*, n. 36, p. 1-44, 2001.
- SANTOS, W. L. P. dos. *O Ensino de química para formar o cidadão : principais características, condições para a sua implantação na escola secundária brasileira*. Campinas. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.
- _____. Como educar o cidadão por meio da Química (palestra). VIII ENEQ / VIII ECODEQC, Campo Grande – MS, Julho, 1996, *Anais*, p. 19–27, 1996.
- SANTOS, W. L. P. dos; MÓL, G. S.; e SILVA, R. R. Análise preliminar da aplicação do livro Química na Sociedade. 22ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, Poços de Caldas – MG, Maio, 1999, *Livro de Resumos*, volume 3, ED – 050, 1999.
- SANTOS, W. L. P. dos e MORTIMER, E. F. Concepções de professores sobre contextualização social do ensino de química e ciências. *In: 22ª Reunião*

- Anual da Sociedade Brasileira de Química, Poços de Caldas - MG, Maio, 1999, *Livro de Resumos*, volume 3, ED – 070, 1999a.
- _____. Dimensão social do ensino de química – um estudo exploratório da visão de professores. II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, ABRAPEC, Valinhos – SP, Setembro, 1999, *Livro de Resumos*, p. 64 e *atas em CD-room*, 1999b.
- _____. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS no contexto da educação brasileira. *Ensaio – pesquisa em educação em ciências*, v. 2, n. 2, p. 133-162, 2000.
- _____. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. *Revista Ciência & Educação*, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.
- SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. e SCOTT, P. H. A argumentação em discussões sócio-científicas: reflexões a partir de um estudo de caso. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 1, n.º 1, p. 140-152, jan/abr 2001.
- SANTOS, W. L. P. dos e SCHNETZLER, R. P. Ensino de química e cidadania. *Revista Química Nova na Escola*, n.º 4, novembro, p. 28–34, 1996.
- _____. *Educação em química : compromisso com a cidadania*. Ijuí, Editora da Unijuí, 1997.
- _____. Ciência e educação para a cidadania. In: CHASSOT, A. e OLIVEIRA, R. J. (Orgs.) *Ciência, ética e cultura na educação*. São Leopoldo, Ed. Unisinos, p. 255-270, 1998.
- SCHNETZLER, R. P. O tratamento do conhecimento químico em livros didáticos brasileiros para o ensino secundário de Química de 1875 a 1978 : análise do capítulo de reações químicas. Campinas. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1980.
- SCHÖN, D. A. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, A. (org.) *Os professores e a sua formação*. Lisboa, Dom Quixote, 1992.
- SCOTT, P. H. Teaching and learning science concepts in the classroom : talking a path from spontaneous to scientific knowledge. In: Encontro sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciências – Linguagem, Cultura e Cognição; reflexões para o ensino de ciências. *Anais*. Belo Horizonte, Faculdade de Educação da UFMG, p. 110-128, 1997.
- _____. Teacher talk and meaning making in science classrooms : a Vygotskian analysis and review. *Studies in Science Education*, n. 32, p. 45-80, 1998.
- SHEN, B. S. P. Science literacy. *American Scientist*, v. 63, n. 3, p. 265-268, 1975.
- SHOWERS, D. E. and SHRIGLEY, R. L. Effects of knowledge and persuasion on high-school students' attitudes toward nuclear power plants. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 32, n. 1, p. 29-43, 1995.
- SOARES, M. *Letramento : um tema em três gêneros*. Belo Horizonte, Autêntica, 1998.
- SOLOMON, J. The dilemma of science, technology and society education. In: FENSHAM, P. J. (Ed.) *Development and dilemmas in science education*. London, The Falmer Press, p. 266-281, 1988a.

- _____. Science technology and society courses : Tools for thinking about social issues. *International Journal of Science Education*, v. 10, n. 4, p. 379-387, 1988b.
- _____. The discussion of social issues in the science classroom. *Studies in Science Education*, n. 18, p. 105-126, 1990.
- _____. The classroom discussion of science-based social issues presented on television : knowledge, attitudes and values. *International Journal of Science Education*, v. 14, n. 4, p. 431-444, 1992.
- _____. Methods of teaching STS. In: McCORMICK, R., MURPHY, P. e HARRISON, M. (Eds.) *Teaching and learning technology*. Workingham, Addison-Wesley Publishing Company & The Open University, p. 243-250, 1993a.
- _____. *Teaching science, technology and society*. Buckingham, Open University Press, 1993b.
- _____. The rise and fall of constructivism. *Studies in Science Education*, v. 23, p. 1-19, 1994.
- _____. Teaching for scientific literacy : what could it mean? *School Science Review*, v. 82, n. 300, p. 93-96, 2001.
- SOLOMON, J. and HARRISON, K. Arguing about industrial wastes. *Education in Chemistry*, v. 27, n. 11, p. 160-162, 1990.
- SOLOMON, J. and SWIFT, J. Talking about kidney transplants. *Journal of Biological Education*, v. 24, n. 1, p. 27-31, 1990.
- UBERSCO, J. e SALVADOR, E. *Química volume único*, 4 ed. São Paulo, Editora Saraiva, 1999.
- VARGAS, M. *Para uma filosofia da tecnologia*. São Paulo, Editora Alfa Omega, 1994.
- VYGOTSKY, L. S. *Pensamento e linguagem*. São Paulo, Martins Fontes, 1987.
- _____. *A formação social da mente : o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*, 4 ed. São Paulo, Martins Fontes, 1991.
- WAKS, L. J. Educación en ciencia, tecnología y sociedad : orígenes, desarrollos internacionales y desafíos actuales. In: MEDINA, M. y SANMARTÍN, J. (Eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad : estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública*. Barcelona, Anthropos; Leioa (Vizcaya), univesidad del País Vasco, p. 42-75, 1990.
- _____. The responsibility spiral : a curriculum framework for STS education. *Theory into Practice*, v. 31, n. 1, p. 13-19, 1992.
- WERTSCH, J. V. *Vygotsky y la formación social de la mente*. Barcelona, Ediciones Paidós, 1988.
- _____. *Voices of the mind: a sociocultural approach to mediated action*. Cambridge, MA; Harvard University Press, 1991.
- WYNNE, B. Knowledges in context. *Science, Technology, & Human Values*, v. 16, n. 1, p. 111-121, 1991.
- ZOLLER, U. Decision-making in future science and technology curricula. *European Journal of Science Education*, v. 4, n. 1, p. 11-17, 1982.
- _____. Expanding the meaning of STS and the movement across the globe. In: YAGER, R. E. (Ed.). *The science, technology, society movement*. Washington, DC: National Science Teachers Association, p. 125-134, 1993.

ANEXO 1 - INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS

Anexo 1.1. Protocolo da "entrevista concepções"

Nome do entrevistado: _____ CÓDIGO: _____

Escola: _____

End. corresp.: _____ Tel: _____

Graduação: _____ Instituição: _____

Ano de conclusão: _____ Tempo de magistério: _____

Quantos cursos de formação de professores já participou: _____

Quantos congressos sobre educação participou: _____

Usou livro *Química na Sociedade*?

Como fonte de consulta: _____ Como livro didático: _____

Anexo 1.2. Roteiro da "entrevista concepções"

Questões a serem abordadas	Respondeu?	Obs.
1. Qual é o objetivo do ensino médio?		
2. O aluno do ensino médio precisa aprender química? Por quê?		
3. O que de fundamental o aluno deve saber de química ao final do ensino médio?		
4. Em que você se baseia na elaboração do seu conteúdo programático?		
5. Como geralmente são as suas aulas de química? Como você introduz o conteúdo? Que tipo de atividades você desenvolve na sala? Descreva com detalhes todos os tipos diferentes de aula, atividades e recursos que você utiliza com seus alunos.		
6. Que outros tipos de atividades e recursos usa em suas aulas?		
7. Você prepara suas aulas? como prepara?		
8. Você recomenda livros para seus alunos? Quais?		
9. Você usa outros materiais, livros e textos para trabalhar com seus alunos além do livro didático?		
10. Você já usou artigos de revistas ou jornais em suas aulas? Como?		
11. Cite três exemplos de conhecimentos do cotidiano do aluno relacionados à química que você já abordou em sala de aula.		
12. Os alunos participam de suas aulas? Como?		
13. Quais são as dificuldades que você encontra para ensinar química?		
14. Como você classifica o interesse dos seus alunos pelas aulas de química?		

15. Como você justifica esse interesse?		
16. Que dificuldades em geral os seus alunos apresentam para aprender química?		
17. Você vê alguma importância em ministrar um ensino contextualizado?		
18. O que você entende por contextualização social do ensino de química? Poderia dar exemplos?		
19. Dê três exemplos de situações de sala de aula já vividas por você em que há contextualização social?		
20. Em que você acha que as suas aulas de química precisam melhorar?		
21. Que mudanças você gostaria de implantar em suas aulas?		
22. Quais são as dificuldades que você encontra para inovar no ensino de química?		

Anexo 1.3. Questionário socioeconômico-cultural

A. Posição em relação ao livro *Química na Sociedade* em 1998:

- ☐ 1 – Membro do PEQS
- ☐ 2 – Adotou livro como livro texto
- ☐ 3 – Recomendou livro para os alunos
- ☐ 4 – Usou livro como fonte de consulta pessoal
- ☐ 5 – Não conhecia o livro

B. Posição em relação ao livro *Química na Sociedade* em 1999:

- ☐ 1 – Adotou livro como livro texto
- ☐ 2 – Recomendou livro para os alunos
- ☐ 3 – Usa o livro como fonte de consulta pessoal

1 - Sexo: ☐ 1 - Feminino ☐ 2 - Masculino

2 - Data de nascimento: ____/____/____.

3 - Estado Civil:

- ☐ 1 - Solteiro
- ☐ 2 - Casado
- ☐ 3 - Viúvo
- ☐ 4 - Separado judicialmente ou divorciado
- ☐ 5 - Outro

4 - Onde você nasceu?

- ☐ 1 – Distrito Federal
- ☐ 2 –
- ☐ 3 –
- ☐ 4 - Outro estado: _____
- ☐ 5 - Outro país: _____

5 - Onde você reside atualmente?

- ☐ 1 – Plano Piloto/Lago
- ☐ 2 – Cidade Satélite: _____
- ☐ 3 – Região do entorno do DF: _____

6 - Há quanto tempo?

- ☐ 1 - Até 1 ano
- ☐ 2 - De 2 a 3 anos
- ☐ 3 - De 4 a 6 anos
- ☐ 4 - De 7 a 9 anos
- ☐ 5 - Acima de 9 anos

7 - Grau de Instrução:

- ☐ 1 - Segundo grau
- ☐ 2 - Superior
- ☐ 3 - Pós-Graduação

8 - Ano de conclusão do curso de maior grau: 19____

9 - Relacione os cursos de graduação que você fez:

1º curso de Graduação: _____ Universid.: _____
Tipo de Universidade: ☐ 1 - Federal ☐ 2 - Estadual ☐ 3 - Particular

2º curso de Graduação: _____ Universid.: _____
Tipo de Universidade: ☐ 1 - Federal ☐ 2 - Estadual ☐ 3 - Particular

3º curso de Graduação: _____ Universid.: _____
Tipo de Universidade: ☐ 1 - Federal ☐ 2 - Estadual ☐ 3 - Particular

4º curso de Graduação: _____ Universid.: _____
Tipo de Universidade: ☐ 1 - Federal ☐ 2 - Estadual ☐ 3 - Particular

10 - Em quanto tempo você excedeu o período normal do curso de maior grau?

- ☐ 1 - Nenhum semestre
☐ 2 - De 1 a 2 semestres
☐ 3 - De 3 a 4 semestres
☐ 4 - Acima de 4 semestres

11 - Motivo:

- ☐ 1 - Reprovação
☐ 2 - Trancamento de matrícula
☐ 3 - Redução no número de disciplinas cursadas

12 - Em quantas escolas você trabalha? _____.

13 - Qual a sua carga horária total na(s) escola(s) em horas/aula/semanais? _____

14 - Rede(s) a que pertencem a(s) escola(s): ☐ 1 - Municipal
☐ 2 - Estadual
☐ 3 - Particular

15 - Há quanto tempo trabalha como professor(a)? _____ anos.

16 - Quais disciplinas você leciona atualmente?

_____, _____, _____, _____.

17 - Que disciplinas você já lecionou?

_____, _____, _____, _____.

18 - Quantas horas semanais você dedica a **outras** atividades remuneradas? _____ horas.

19 - Assinale as organizações em que você participa ou já participou, indicando o número de horas semanais dedicados à atividade.

Organização	Horas semanais
☐ Sindicato	_____.
☐ Partido político	_____.
☐ Associação de bairro	_____.
☐ Colegiado da escola	_____.
☐ Outras (especificar)	_____.

20 - Especifique os cursos de reciclagem, projetos de formação continuada, especialização, etc, que você já participou.

☐ 1 - Não participei de cursos de reciclagem, formação continuada, etc.

☐ 2 - Sim, já participei dos cursos especificados abaixo:

_____, _____, _____.

21 - Em relação ao domínio de língua estrangeira (leitura), em que situação você melhor se enquadra?

☐ 1 - Não domino nenhuma língua estrangeira

☐ 2 - Somente o Inglês

☐ 3 - Somente o Francês

☐ 4 - Outra

☐ 5 - Domino duas línguas estrangeiras

☐ 6 - Domino três ou mais línguas estrangeiras

22 - Qual é a sua principal fonte de informações sobre os acontecimentos atuais?

☐ 1 - Jornal escrito

☐ 2 - Telejornal

☐ 3 - Jornal falado (rádio)

☐ 4 - Revistas

☐ 5 - Outras fontes

23 - Lê jornais ou revistas?

☐ 1 - Diariamente

☐ 2 - Semanalmente

☐ 3 - Ocasionalmente

☐ 4 - Não

24 - Indique os nomes dos jornais e revistas que você lê:

☐ 1 - Não leio jornais e revistas

☐ 2 - Estão relacionados abaixo:

_____, _____, _____.

_____, _____, _____.

25 - Indique as sessões que você lê nos jornais:

☐ Não leio jornais

☐ Política

☐ Economia

☐ Cultura e lazer

☐ Esportes

☐ Veículos

☐ Notícias locais

- ☐ Sociedade
- ☐ Classificados (pequenos anúncios)

26 - Assiste a shows ou concertos?

- ☐ 1 - Semanalmente
- ☐ 2 - Mensalmente
- ☐ 3 - Ocasionalmente
- ☐ 4 - Não

27 - Assiste a espetáculos teatrais ou de dança?

- ☐ 1 - Semanalmente
- ☐ 2 - Mensalmente
- ☐ 3 - Ocasionalmente
- ☐ 4 - Não

28 - Você assiste televisão?

- ☐ 1 - Mais de 3 horas por dia
- ☐ 2 - De 1 a 3 horas por dia
- ☐ 3 - Até 1 hora por dia
- ☐ 4 - Ocasionalmente
- ☐ 5 - Não

29 - Indique o(s) programa(s) de televisão que você prefere assistir.

- ☐ Noticiário
- ☐ Telenovela
- ☐ Filmes
- ☐ Programa de variedades
- ☐ Esportes
- ☐ Entrevistas
- ☐ Humor
- ☐ Outros

30 - Assiste filmes em videocassete? ☐ 1 - Sim ☐ 2 - Não

31 - Vai ao cinema?

- ☐ 1 - Mais de uma vez por semana
- ☐ 2 - Uma vez por semana
- ☐ 3 - De 1 a 3 vezes por mês
- ☐ 4 - Ocasionalmente
- ☐ 5 - Não

32 - Você usa computador?

- ☐ 1 - Não
- ☐ 2 - Sim, só para lazer (jogos)
- ☐ 3 - Sim, para trabalhos escolares e/ou profissionais

33 - Indique a quantidade, em unidades, de cada um dos aparelhos eletroeletrônicos existentes em sua residência.

- ☐ TV
- ☐ TV a cabo
- ☐ Geladeira
- ☐ Som

- ☐ Videocassete
- ☐ Freezer
- ☐ Forno de microondas
- ☐ Rádio
- ☐ Microcomputador
- ☐ Telefone
- ☐ Telefone celular

34 - Habita em residência:

- ☐ 1 - própria
- ☐ 2 - Cedida
- ☐ 3 - Financiada
- ☐ 4 - Alugada

35 - Qual é a sua renda mensal (em salários mínimos → SM)?

- ☐ 1 - De 1 a 2 SM
- ☐ 2 - De 3 a 5 SM
- ☐ 3 - De 6 a 10 SM
- ☐ 4 - De 11 a 15 SM
- ☐ 5 - De 16 a 20 SM
- ☐ 6 - De 21 a 30 SM
- ☐ 7 - Acima de 30 SM

36 - Qual o ganho mensal do seu grupo familiar? (inclua aqui os rendimentos do esposo ou esposa, filhos e de outros que contribuam com os ganhos mensais familiares).

- ☐ 1 - De 1 a 2 SM
- ☐ 2 - De 3 a 5 SM
- ☐ 3 - De 6 a 10 SM
- ☐ 4 - De 11 a 15 SM
- ☐ 5 - De 16 a 20 SM
- ☐ 6 - De 21 a 30 SM
- ☐ 7 - Acima de 30 SM

37 - Quantas pessoas, inclusive você próprio, vivem da renda mensal de seu grupo familiar? (Não incluir os empregados do domicílio).

- ☐ 1 - Uma
- ☐ 2 - Duas a três
- ☐ 3 - Quatro a cinco
- ☐ 4 - Seis ou sete
- ☐ 5 - Oito ou nove
- ☐ 6 - Dez ou mais

38 - Qual o nível de escolaridade do seu pai?

- ☐ 1 - Nenhum
- ☐ 2 - Primeiro grau incompleto até 4ª série
- ☐ 3 - Primeiro grau incompleto após a 4ª série
- ☐ 4 - Primeiro grau completo
- ☐ 5 - Segundo grau incompleto
- ☐ 6 - Segundo grau completo
- ☐ 7 - Superior incompleto
- ☐ 8 - Superior completo

39 - Qual o nível de escolaridade de sua mãe?

- ☐ 1 - Nenhum
- ☐ 2 - Primeiro grau incompleto até 4ª série
- ☐ 3 - Primeiro grau incompleto após a 4ª série
- ☐ 4 - Primeiro grau completo
- ☐ 5 - Segundo grau incompleto
- ☐ 6 - Segundo grau completo
- ☐ 7 - Superior incompleto
- ☐ 8 - Superior completo

40 - Qual a ocupação principal exercida pelo seu pai? CÓD.: _____

Localize as respostas nos AGRUPAMENTOS DE OCUPAÇÕES (ABAIXO).

41 - Qual a ocupação principal exercida pela sua mãe? CÓD.: _____

Localize as respostas nos AGRUPAMENTOS DE OCUPAÇÕES (ABAIXO).

AGRUPAMENTO 1 (CÓDIGO 1): banqueiro, deputado, senador, diplomata, capitalista, alto posto militar como general, alto cargo de chefia ou gerência em grandes organizações, alto posto administrativo no serviço público, grande industrial, grande proprietário rural com mais de 2.000 hectares, outras ocupações com características semelhantes.

AGRUPAMENTO 2 (CÓDIGO 2): profissional liberal nível universitário como médico, engenheiro, arquiteto, advogado, dentista etc.; cargo técnico-científico como pesquisador, químico industrial, professor de universidade, jornalista ou outra ocupação de nível superior, cargo de chefia ou gerência em empresa comercial ou industrial de porte médio, posto militar de tenente, capitão, major, coronel; grande comerciante, dono de propriedade rural de 200 a 2.000 hectares e outras ocupações com características semelhantes.

AGRUPAMENTO 3 (CÓDIGO 3): bancário, oficial de justiça, professor primário e secundário, despachante, representante comercial, auxiliar administrativo, auxiliar de escritório ou outra ocupação que exija curso de 1º Grau completo. Inclui funcionário público com esse nível de instrução e exercendo atividades semelhantes, posto militar de sargento, subtenente e equivalentes; pequeno industrial, comerciante médio, proprietário rural de 20 a 200 hectares, outras ocupações com características semelhantes.

AGRUPAMENTO 4 (CÓDIGO 4): datilógrafo, telefonista, mecanógrafo, contínuo, recepcionista, motorista (empregado), cozinheiro e garçom de restaurante, costureiro, operário qualificado (com um mínimo de aprendizado profissional como mecânico, gráfico, metalúrgico, ferramenteiro etc.), porteiro, chefe de turma, mestre de produção fabril, serralheiro, marceneiro; comerciário como balconista, empregado de loja de artigos finos ou estabelecimento comercial de grande porte (roupas, sapataria, joalheria, farmácia, drogaria, loja de aparelhos domésticos e eletroeletrônicos, mobiliárias etc.); funcionário público no exercício de atividades semelhantes; posto militar de soldado, cabo e equivalentes; pequeno comerciante, sitiante, pequeno proprietário rural (até 20 hectares) e outras ocupações com características semelhantes.

AGRUPAMENTO 5 (CÓDIGO 5): operário não qualificado, servente, carregador, empregada doméstica (cozinheira, passadeira, lavadeira, arrumadeira, lixeiro, biscateiro, faxineiro, lavador, garrafeiro, pedreiro, garçom de botequim, lavrador ou agricultor assalariado, meeiro, caixeiro de armazém ou de outro pequeno estabelecimento comercial varejista (quitanda, mercearia, peixaria, lanchonete, loja de ferragens) e outras ocupações com características semelhantes.

AGRUPAMENTO 6 (CÓDIGO 6): do lar.

Anexo 1.4. Roteiro da “entrevista planejamento”

1. Descreva de maneira geral todas as suas aulas desde o início do ano, comentando que conteúdo foi abordado e que atividades foram desenvolvidas em cada aula.

2. Quando o professor mencionar alguma atividade de discussão de aspecto social, solicitar para que descreva detalhadamente como foi o desenvolvimento dessa atividade e qual foi a impressão que teve sobre a participação dos alunos nas mesmas.

Anexo 1.5. Roteiro da “entrevista alunos”

1. O que vocês acham da disciplina química?
2. O que mais chamou a atenção de vocês? o que mais vocês gostaram ao estudar química neste ano?
3. Que atividades o professor desenvolveu neste ano que vocês mais gostaram?
4. O que vocês acharam da aula... (aula que foi gravada e abordou questão social)?

Anexo 1.6. Roteiro da “entrevista final”

1. Como foi o desenvolvimento das aulas das demais turmas da mesma série da turma que foram gravadas as aulas: qual foi o conteúdo as atividades desenvolvidas?
2. Como você compara a participação dos alunos da turma cujas aulas foram gravadas em relação às demais turmas?
3. O que você acha da participação dos alunos da turma em foram gravadas aulas?
4. Quais eram os seus objetivos com a aula... (que teve abordagem social)?
5. Que dificuldades você teve em conduzir a aula... (que teve abordagem social)?

ANEXO 2 – TEXTOS DO LIVRO *QUÍMICA NA SOCIEDADE* USADOS NOS ESTUDOS DE CASO⁴⁶

⁴⁶ Os textos apresentados nestes anexos foram os utilizados pelos professores na ocasião que acompanhamos as aulas. Eles estão diagramados a seguir de forma semelhante à que aparecem nos livros publicados.

Anexo 2.1. A elaboração do modelo atômico de Dalton⁴⁷

A elaboração do modelo atômico de Dalton

Com a Revolução Industrial, surgiram várias indústrias químicas. Nessas indústrias, os conhecimentos advindos da experimentação introduzida por Lavoisier começaram a ser aplicados para resolver problemas técnicos de produção.

As indústrias começaram a investir na construção de laboratórios e na investigação científica. Para o industrial capitalista, o fundamental era aumentar a produtividade, ou seja, produzir cada vez mais com redução de custos. Assim foram feitos enormes investimentos científicos, os quais geravam resultados de aplicação imediata, aumentando o lucro dos empresários. Nesse período, a técnica e a ciência passaram a caminhar juntas, de modo que os resultados do conhecimento científico começaram a ser aplicados na indústria, e por sua vez a indústria começou a exigir o estudo de novos problemas. Com o desenvolvimento de novas técnicas demandadas pela indústria, outros conhecimentos surgiram, e assim a tecnologia foi influenciando o desenvolvimento da ciência e esta foi propiciando o crescimento daquela.

Dentre os problemas que surgiram na época estava o desafio enfrentado pela indústria metalúrgica, que tinha de produzir de forma a ter um maior rendimento de suas reações, obtendo a maior quantidade possível de metal a partir dos minerais, economizando o carvão e demais materiais que reagiam com os minérios no processo metalúrgico.

Nesse sentido, o estudo que vinha sendo desenvolvido pelas leis ponderais poderia fornecer informações relevantes no processo de determinação dos cálculos químicos feitos nas indústrias. Daí surgiu a necessidade de elaborar um modelo que explicasse a natureza da matéria e permitisse previsões mais precisas das reações químicas.

Dalton estudou com muito interesse as leis ponderais e desenvolveu um modelo que permitiu previsões mais precisas da quantidade de produtos que seriam obtidos em uma reação química. O modelo de Dalton, que inicialmente não foi muito aceito pela comunidade científica, com o tempo passou a ser reconhecido e constituiu a base dos demais modelos usados na química. Vejamos como Dalton desenvolveu o seu modelo.

Assim como na experiência 3.1, chegamos à conclusão de que a matéria provavelmente é constituída de partículas, ou seja, de pequenas porções de matéria seguida de espaços vazios. Nessa época, muitas evidências científicas já tinham sido observadas, e diversos cientistas propuseram que a matéria era constituída por partículas. Essas, como na teoria de Demócrito e Leucipo, foram denominadas átomos.

Dalton demonstrou que se nas reações químicas há conservação de massa é porque as massas dos reagentes não são destruídas, logo, algo se conserva durante a reação. Supondo, portanto, que a matéria é constituída por partículas, pode-se admitir que a massa é uma propriedade dessas partículas. Se a massa se conserva, significa que as partículas se conservam durante a reação.

Esse modelo gerava uma indagação: por que as substâncias são diferentes se elas são todas formadas por partículas?

Dalton respondeu a essa questão demonstrando que substâncias diferentes teriam massas diferentes, ou seja, o que caracterizaria as propriedades das substâncias seria a massa de suas partículas. Para ele, substâncias diferentes seriam constituídas por partículas de massas diferentes.

No caso de substâncias compostas, estas seriam constituídas por mais de um tipo de partícula, e as substâncias simples seriam constituídas por somente um tipo de partícula. Cada tipo de

⁴⁷ MÓL e SANTOS *et al.*, 1998a, p. 91-92 (texto com diagramação similar à publicada no livro).

partícula seria um elemento químico. Portanto, elemento químico, segundo esse modelo, é um tipo de partícula que possui determinada massa. As partículas dos elementos químicos foram denominadas átomos.

Substâncias simples diferentes são constituídas por átomos diferentes, ou seja, por elementos químicos diferentes. A diferença entre os átomos está em sua massa. Dalton imaginou, ainda, que os átomos de diferentes elementos químicos teriam formas diferentes.

Segundo o modelo de Dalton, o que ocorre nas reações químicas é um rearranjo das partículas. Nesse rearranjo formam-se novas substâncias, pois a sua composição será uma combinação diferente do arranjo de partículas que se tinha inicialmente nos reagentes.

Restava ainda uma pergunta: por que será que as reações químicas ocorrem em uma proporção definida dos reagentes?

Com o seu modelo, Dalton pôde explicar também a lei das proporções definidas. Segundo ele, as substâncias seriam caracterizadas pela combinação fixa de átomos. Por isso, as reações ocorriam sempre na mesma proporção de massa dos reagentes, pois para formar uma determinada substância, os átomos dos reagentes terão de se combinar na proporção fixa da substância que será formada.

O modelo de Dalton explica, portanto, da seguinte forma a constituição da matéria:

1. A matéria é formada por partículas denominadas átomos.
2. As substâncias simples são constituídas por apenas um tipo de elemento químico, e as substâncias compostas por mais de um tipo de elemento químico.
3. Os elementos químicos são átomos caracterizados por uma determinada massa.
4. Os elementos químicos são átomos do mesmo tipo, ou seja, átomos que possuem a mesma massa, elementos químicos diferentes possuem massas diferentes.
5. As substâncias compostas são constituídas pela combinação de átomos de elementos químicos diferentes em proporções fixas.

Anexo 2.2. A utilização de matéria-prima pela indústria⁴⁸

Unidade IV

O uso racional dos materiais e os cálculos químicos

A utilização de matéria-prima pela indústria

Se observarmos bem, a grande maioria dos materiais que nos rodeia passou por processos de transformações em indústrias. Muitos desses materiais, para se adequarem às reais necessidades de nós consumidores, sofreram transformações químicas.

A indústria utiliza materiais que são extraídos de rochas (os metais), de vegetais (a celulose), de animais (a gelatina), da água do mar (sal) e de muitas outras fontes naturais. A partir desses materiais, a indústria realiza uma série de transformações químicas para produzir o produto na forma final em que será comercializado. Os materiais usados no processo inicial e que serão transformados são denominados matéria-prima.

Responda
antes de
prosseguir

Cite as matérias-primas utilizadas para produzir o que tem ao seu redor.

As fontes dessas matérias-primas podem ser recursos renováveis ou não-renováveis. O uso indiscriminado de materiais extraídos da natureza tem gerado sérios problemas ambientais, porque grandes áreas naturais têm sido devastadas, ocasionando a morte de espécies biológicas com o conseqüente desequilíbrio ecológico. Além disso, a não renovação dos recursos faz com que os mesmos se esgotem, privando as gerações futuras da sua utilização.

Responda
antes de
prosseguir

Dentre as matérias-primas citadas no segundo parágrafo, quais são renováveis e quais não são renováveis?

Uma forma de usar racionalmente os recursos é não desperdiçá-los, aproveitando-os ao máximo. Isso vem exigindo que as indústrias racionalizem os seus meios de produção para que extraiam a maior quantidade possível do material desejado. Além disso, atualmente, com a

⁴⁸ MÓL e SANTOS *et al.*, 1998b, p. 7-8 (texto com diagramação similar à publicada no livro).

globalização da economia, as indústrias necessitam de um maior controle na qualidade de seus produtos e buscam, cada vez mais, uma maior produtividade e um menor custo de produção.

A indústria farmacêutica deve produzir com alta qualidade seus remédios que são utilizados na cura e na prevenção de doenças. Para tal, é fundamental um controle muito preciso das quantidades de reagentes a serem utilizadas na produção.

A indústria alimentícia, assim como a farmacêutica, também necessita quantificar os componentes de seus produtos. Ela deve atender a demanda do mercado consumidor, mantendo um rigoroso controle de qualidade.

Na verdade, todos os tipos de indústria devem obter seus produtos com alto padrão de qualidade.

Responda
antes de
prosseguir

Como as indústrias fazem para produzir uma quantidade tão grande de produtos tão uniformes em suas composições?

Para manter o padrão de qualidade de seus produtos, a indústria deve possuir mecanismos de quantificar os materiais que serão utilizados. Dessa necessidade é que surge a importância de se fazer cálculos químicos que estudaremos nesta unidade.

Questões para discussão:

1. Por que os países industrializados preferem importar matéria-prima de outros países?
2. Os processos artesanais de produção de materiais não são tão eficientes como os processos industriais. Discuta com os seus colegas as vantagens e as desvantagens dos processos artesanais e dos industriais.
3. Identifique, em sua casa, materiais que podem ser usados como matéria-prima para confecção de outros objetos.
4. O que pode ser feito para a utilização mais racional desses materiais, evitando o seu desperdício?
5. Por que os produtos de melhor qualidade geralmente são exportados e os outros ficam no mercado interno brasileiro?
6. De que maneira nós consumidores podemos induzir à melhoria da qualidade dos produtos industrializados?

Anexo 2.3. Medidas: um processo racional de controle⁴⁹

2 - Medidas: um processo racional de controle

Em nossos dias é muito importante medirmos as quantidades dos materiais. Até o alimento que comemos em restaurantes é, muitas vezes, pago em função da quantidade.

Responda
antes de
prosseguir

Onde é mais comum as pessoas desperdiçarem maiores quantidades de comida: em restaurantes pagos por quilo ou naqueles onde as refeições são servidas em porções? Por quê?

A não-utilização de medidas pode gerar enormes problemas. Imagine o que aconteceria se não fossem calculadas, com uma boa margem de segurança, a distância a ser percorrida por um avião, o consumo médio da aeronave e a quantidade de combustível no reservatório. Como seria controlado o início e o término de cada aula, se não tivéssemos um padrão de medida de tempo? Como seriam negociadas a compra e a venda de alimentos se não tivéssemos um sistema de medidas de massa?

A sociedade atual seria um caos se não tivéssemos um sistema de medidas.

Os grandes centros urbanos, com o auxílio de modernos sistemas eletrônicos, são controlados por diferentes equipamentos de medidas. Muitos semáforos controlam o tempo que sinalizam a abertura do tráfego em determinada via, conforme o fluxo de automóveis, o qual é controlado por sensores eletrônicos. Os sistemas de abastecimento de água e de energia elétrica controlam o fornecimento, conforme medições dos consumos. O sistema de transporte da cidade também é controlado pela medição da quantidade de passageiros em função do tempo. Pequenos erros nessas medições podem ocasionar o colapso nos abastecimentos de água ou de energia elétrica, ou o caos no transporte.

Por essas e muitas outras razões, é fundamental o uso de medidas em nossa sociedade. Vamos ver agora como podemos medir quantidades de materiais. Essas quantidades são chamadas de grandezas.

***Grandeza é um atributo (qualidade) de algo do universo físico
que pode ser medido de alguma forma.***

Quando nos referimos à quantidade de um material, podemos especificar esta quantidade por meio de três grandezas básicas:

- massa (ou peso);
- volume;
- número de entidades (número de coisas ou numerosidade).

No nosso dia-a-dia, utilizamos uma dessas três grandezas que seja mais conveniente ao que estivermos medindo. Os líquidos são, geralmente, medidos pelo volume. Para os cereais, as carnes, a comida do “restaurante a quilo” e muitas outras coisas utilizamos a medida de massa. Para os sólidos de tamanhos regulares como ovos e tijolos, utilizamos o número de entidades. Em alguns casos, podemos utilizar qualquer uma dessas formas de medida.

⁴⁹ MÓL e SANTOS *et al.*, 1998b, p. 9-10 (texto com diagramação similar à publicada no livro).

Responda
antes de
prosseguir

Cite, para cada uma das grandezas massa, volume e número de entidades, pelo menos três exemplos de mercadorias que compramos utilizando-as.

Existem também outras formas de medida. O comprimento é utilizado quando vamos comprar fios elétricos. Qual é a unidade padrão para medida da grandeza comprimento?

As unidades de medida das grandezas massa e volume são de conhecimento público: quilograma e litro. O número de partículas será relacionado com o tipo de material, podendo ser a unidade, a dúzia, a centena, a grossa, o milheiro, etc.

Tabela 4.1 – Unidades de medidas

Grandeza	Unidade de medida	Símbolo da unidade
comprimento	Metro	m
massa	quilograma	kg
volume	Litros	L
número de entidades	unidade	un
	Dúzia	dz
	Centena	*
	Grossa	*
	Milheiro	*

Na próxima etapa do nosso estudo, vamos definir uma outra unidade de medida que nos será fundamental para os cálculos químicos.

Questões para discussão:

1. Cite exemplos de medidas que você faz diariamente.
2. Calcule quanto um empresário desonesto ganha se vender 1 tonelada de margarina em potes de 500g, que tenham apenas 490g? (Considere que o preço do pote é R\$ 1,00)
3. Como podemos ter certeza de que as mercadorias que estamos comprando estão na quantidade correta?

Anexo 2.4. Evitando o desperdício de materiais por cálculos proporcionais⁵⁰

Evitando o desperdício de materiais por cálculos proporcionais

Verificamos anteriormente a importância do uso de medidas. Para essa utilização é fundamental que saibamos fazer cálculos com tais medidas, pois, do contrário, teremos um grande desperdício de materiais.

A falta de cálculos, por exemplo, na construção civil tem gerado enormes desperdícios de material de construção. O que se desperdiça de material na construção de um edifício de seis andares quase dá para construir um outro de dois pavimentos.

Responda
antes de
prosseguir

Enumere as possíveis causas para o desperdício na construção civil.

Um dos grandes desperdícios na construção civil ocorre na preparação de argamassa e de concreto, que constituem o revestimento das paredes e os blocos que dão sustentação aos prédios.

A base de formação da argamassa e do concreto é o cimento. O cimento, definido tecnicamente como um aglomerante, é constituído por substâncias finamente pulverizadas que, pela mistura com a água, formam uma pasta de propriedades ligantes. Essa pasta passa por um processo de endurecimento denominado pega, que se dá lentamente, como resultado de reações químicas e de processos físicos de interação. Nesse processo, a função do cimento (aglomerante) é fazer aderir entre si os componentes da argamassa e do concreto para que possam resistir aos esforços que o material vai sofrer. Em tais condições, os materiais adquirem as propriedades semelhantes às pedras naturais.

As argamassas e os concretos são constituídos pela mistura do cimento (aglomerante) com a água, formando a pasta – mistura de cimento e água – e com materiais granulosos (agregados). No caso da argamassa, utiliza-se um agregado fino (areia), e no caso do concreto utilizam-se agregado fino (areia) e agregado grosso (brita). Os agregados são utilizados por medida de economia e para aumentar a resistência do material.

As propriedades da argamassa e do concreto dependem das propriedades de seus materiais e da proporção em que eles são misturados. Na construção civil, a relação entre os componentes sólidos (cimento, areia e brita) é denominada traço. O traço pode ser em volume ou em massa e é geralmente dado pela relação numérica entre o cimento, a areia e a brita. Assim, um concreto de traço em volume 1:3:6 indica que o mesmo foi obtido com um determinado volume de cimento, ao qual se juntou três vezes esse mesmo volume de areia e seis vezes o mesmo volume de brita.

Uma argamassa com muito aglomerante será quebradiça, e com pouco aglomerante não terá todos os grãos de areia colados. A resistência da argamassa e do concreto dependerá, portanto, do seu traço, que será definido conforme a finalidade, revestimento ou sustentação, e conforme as propriedades dos materiais. Esse traço deve ser adequadamente calculado pelo engenheiro civil.

As fontes de desperdício de cimento e areia, devido a erros de cálculo, são de duas naturezas. A primeira está no erro do cálculo correto do traço da massa. Muitos pedreiros preparam a massa com traços diferentes, resultando em massas com propriedades diferentes da desejada. Isso resulta em perda da qualidade, como por exemplo o fato de ter paredes se desmanchando ao menor toque de qualquer objeto. Pior ainda: pode oferecer risco de acidentes como o ocorrido em fevereiro de 1998 com o edifício Palace II no Rio de Janeiro (*vide* seção notícias).

⁵⁰ MÓL e SANTOS *et al.*, 1998b, p. 33-35 (texto com diagramação similar à publicada no livro).

A segunda está no cálculo errado da quantidade de material a ser preparada. As reações químicas da pega iniciam-se logo após o preparo da argamassa, quando o material começa a endurecer. Isso significa que a massa não pode ser aproveitada no dia seguinte à sua preparação. Muitos pedreiros não calculam adequadamente a quantidade de massa que precisam para terminar um serviço, fazendo com que o excesso seja desperdiçado, pois o material não pode ser aproveitado.

O exemplo do desperdício na construção civil está presente em outras atividades econômicas.

Imagine o que acontece em um restaurante em que o cozinheiro erra na proporção dos ingredientes de uma massa, ou na quantidade de alimentos necessária para atender ao público! No caso do erro dos ingredientes, o produto não terá o sabor desejado e, no caso do erro na quantidade, o estabelecimento terá um prejuízo causado pela sobra de alimentos ou perderá clientes que ficarão sem refeição.

Erro semelhante é possível de acontecer em indústrias químicas em que as matérias-primas não são misturadas em proporções adequadas ou a quantidade de produto obtida não está de acordo com as necessidades do mercado.

Os materiais de limpeza são preparados em soluções concentradas. O cálculo indevido na diluição dessas soluções para a limpeza pode resultar em soluções muito diluídas que não sejam capazes de remover a sujeira ou no consumo desnecessário de material, o que, além de prejuízo econômico, agrava o problema ambiental pelo aumento de resíduos na rede de esgotos da cidade.

Em nossas casas, o consumo de alimentos e de materiais de limpeza é muito pequeno, quando comparado ao das indústrias. Os cálculos domésticos no preparo de refeições e na diluição de materiais é feito sem muito rigor. Todavia, também devemos estabelecer padrões para as medidas. Assim, se para quatro pessoas se prepara uma xícara de arroz cru, para oito pessoas preparam-se duas xícaras. No consumo de materiais de limpeza, pode-se usar a própria tampa do frasco como medida. Além disso, existem no mercado pequenos medidores para uso doméstico.

Mesmo em nossas casas, não basta fazer o uso correto de medidores, é preciso saber fazer os cálculos que envolvam as quantidades de materiais que serão utilizadas.

Mais adiante, ao aprender a fazer cálculos químicos, você vai aprender a calcular corretamente os materiais.

Questões para discussão:

- 1. Procure em jornais e revistas quais foram as possíveis causas atribuídas para o desabamento do edifício Palace II em fevereiro de 98, no Rio de Janeiro.*
- 2. Debata com sua turma a questão da responsabilidade pela queda do edifício e os direitos dos moradores.*
- 3. Explique o que provavelmente aconteceu com os pilares sustentação daquele edifício, empregando os conceitos químicos estudados.*
- 4. Para uma argamassa com traço em volume de 1:5, calcule:*
 - a) o volume de areia necessário para misturar com 3 baldes de cimento;*
 - b) a massa de cimento que deve ser misturada a 20 dm^3 de areia, sabendo-se que a densidade do cimento é $1,42 \text{ kg/dm}^3$.*

Anexo 2.5. Poluição química e poluição atmosférica⁵¹

Unidade V

Poluição do ar – Estudo dos gases

1 - Poluição química e poluição atmosférica

Poluição diminui expectativa de vida

A poluição ambiental pode reduzir em três anos a expectativa de vida da população acima de 55 anos, segundo uma pesquisa realizada em seis cidades dos Estados Unidos. Os locais pesquisados tinham níveis de poluição entre 20 e 50 microgramas de partículas inaláveis por metro cúbico de ar. Embora esses índices sejam considerados altos, ainda são inferiores à média deste ano em São Paulo, que tem sido em torno de 70 microgramas de partículas inaláveis por metro cúbico de ar. Em duas horas de exposição a níveis superiores a 100 microgramas de partículas inaláveis por metro cúbico de ar, ocorre uma redução de 50% da defesa do sistema respiratório contra microorganismos, tornando assim a pessoa mais suscetível a gripes, pneumonias e outras infecções.

Reportagem extraída da revista Boa Forma, número 124, p. 10, outubro de 1997.

É comum, nos noticiários atuais, encontrarmos reportagens sobre os altos índices de poluição ambiental como a apresentada acima. Todavia, poucas pessoas parecem demonstrar preocupação com esse tema. É possível até que para você pouco importe o lixo que é jogado fora na sua casa e seu destino. A população em geral não se preocupa com os gases que saem dos escapamentos dos carros ou com os provenientes das queimadas, ou mesmo aqueles que são lançados pelas chaminés das indústrias. Não se preocupa com a grande quantidade de esgoto doméstico e industrial que é lançada nos leitos dos nossos rios. O uso inadequado de inseticidas em plantações é prática comum entre os agricultores e altera a vida de quem depende dos solos. A grande maioria das pessoas não se preocupa com os aspectos que podem causar a poluição urbana e rural. Talvez tudo isso seja fruto da ignorância, da falta de conhecimento sobre o assunto.

Responda
antes de
prosseguir

O que é poluição?

⁵¹ MÓL e SANTOS *et al.*, 1998b, p. 57-59.

Existem vários significados para a palavra poluição. O que é considerado poluição para uma pessoa pode não ser para outra. Para os que admiram um padrão de estética e respeitam a cor natural dos ambientes físicos, as pichações constituem-se em poluição visual. Para os pichadores elas representam uma forma de expressão e rebeldia. Todavia essa forma de expressão prejudica a população como um todo, pois dificulta a leitura de informações importantes em placas e depreda os monumentos históricos e culturais.

A poluição está vinculada ao bem comum e aos interesses da coletividade. Quando uma ação passa a prejudicar os demais indivíduos, podemos dizer que há alguma forma de poluição. Uma empresa quebrando concreto com britadeiras para realização de reparos em uma via pública está tentando melhorar o ambiente físico, mas ao mesmo tempo está provocando ruídos em níveis acima do tolerado pelo ouvido humano. As ambulâncias e os carros do Corpo de Bombeiros com suas sirenes também contribuem para a poluição sonora.

Além da poluição visual e sonora dos meios urbanos existem muitas outras formas e significados de poluição. Para as pessoas, geralmente, o termo poluição está relacionado a qualquer tipo de sujeira. Para os biólogos, poluição está relacionada com o desequilíbrio do ambiente, onde vive uma comunidade de seres vivos. Toda comunidade necessita realizar um ciclo natural dos elementos que constitui seu ecossistema. A energia e a matéria são utilizadas no meio ambiente de forma bem dosada, respeitando as necessidades de cada ecossistema. Porém, quando um ecossistema não consegue assimilar uma quantidade de matéria e/ou energia, ele fica sobrecarregado e se desequilibra. Nessa condição, esse sistema estará poluído. Portanto, uma definição de poluição ambiental é a colocação de matéria e energia em lugar errado.

O tema poluição é de fundamental importância para todos nós. Por isso, neste livro abordamos em várias unidades temas relacionados à poluição ambiental. Daremos agora uma especial atenção à poluição química. Consideramos poluição química aquela provocada por substâncias ou materiais gerados pela atividade humana que prejudiquem o meio ambiente. A definição do que degrada o meio ambiente é bastante polêmica, porém pode-se adotar os padrões de tolerância fixados por organismos governamentais ou não-governamentais vinculados à proteção ambiental. O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (Ibama) e as secretarias estaduais e municipais do Meio Ambiente têm fixados vários padrões para os níveis de contaminação de diferentes substâncias. Esses valores podem ser obtidos diretamente em seus escritórios.

A poluição química pode ser classificada em poluição do ar, das águas ou do solo. Nessa unidade daremos um enfoque especial à poluição do ar. Estudar um tema tão importante como esse é de fundamental importância para todos nós. Dois motivos podem ser citados: o primeiro é que podemos ficar muitos dias sem comer, várias horas sem beber, mas apenas alguns minutos sem respirar; o segundo é o fato de muitas doenças, principalmente respiratórias, serem atribuídas à poluição do ar.

Para podermos compreender melhor os problemas ambientais relacionados à poluição do ar, torna-se necessário sabermos como se comportam os gases. Na presente unidade estudaremos várias leis científicas relativas ao comportamento dos gases, objetivando elaborar um modelo que explique tal comportamento. Com esse modelo poderemos entender melhor problemas, como o efeito estufa e a inversão térmica.

Questões para discussão:

- 1. Enumere problemas de poluição que você identifica na região em que mora.*
- 2. Enumere atitudes do nosso cotidiano, mas que podem gerar algum problema ambiental.*
- 3. O que pode ser feito para minimizar os problemas citados?*
- 4. Comente as duas afirmações a seguir:*
 - Onde há química há poluição.*

- *Tudo que é natural é bom e o que é artificial é ruim.*

**ANEXO 3 - DADOS OBTIDOS NO PROCESSO DE
SELEÇÃO DOS PROFESSORES**

Anexo 3.1. Informações dos professores referentes ao processo de seleção dos estudos de casos

Prof.	Adoção livro		Sala de aula	Entrevista	Questionário	Entr. analisada	Seleção categ.	Categorias				Estudo de caso
	sim	não						1 LF	2 LNF	3 NLF	4 NLNF	
P1		X	X	X	X	X	X				X	
P2	X		X	X	X	X	X	X				
P3		X	X	X	X	X	X				X	NS
P4	X		X	X	X	FS	X				X	
P5		X	X	X	X	X	X					
P6		X	X	X	X	FS						
P7	X		X	X	X	X	X		X			
P8		X	X	X	X	X						
P9	X		X	X	X	X	X	X				FS
P10	X		X	X	X	X	X	X				
P11	X		X	X	X	X	X			X		
P12	X		X	X	X	X	X	X				
P13	X		X	X	X	X	X			X		
P14	X		X	X	X	X	X			X		AS
P15		X	X	X	X	NLV						
P16		X	X	X	X	X	X				X	FS
P17	X		X	X	X	X	X	X				
P18	X		X	X		X	X				X	
P19	X		X	X	X	X	X	X				1
P20	X		X	X	X	X						
P21	X		X	X	X	X	X				X	AS
P22	X		X	X	X	X	X				X	NS
P23		X	X	X	X	X	X		X			NS
P24	X		X	X	X	X						
P25	X		X	X	X	X	X	X				INT
P26	X		X	X	X	X	X			X		
P27	X		X	X	X	X						
P28		X	X	X	X	X	X		X			
P29	X			X	X	FS						
P30	X		X	X	X	X	X		X			FS
P31	X			NA								
P32	X		X	X	X	X	X	X				
P33		X	X	X	X	X	X		X			
P34		X	X	X	X	X	X				X	PIL
P35		X	X	X	X	X	X		X			2
P36		X	X	X	X	NLV						
P37	X		X	X	X	X						
P38	X		X	X	X	X						
P39		X	X	X	X	X	X				X	
P40		X	X	X	X	X						
P41	X		X	X	X	X	X			X		
P42		X	X	X	X	X	X		X			FS
P43		X	X	NA								
P44	X		X	X	X	X	X			X		
P45		X	X	NC								
P46	X		X	X	X	X	X			X		3
P47		X	X	NC								

Prof.	Adoção livro		Sala de aula	Entrevista	Questionário	Entr. analisada	Seleção categ.	Categorias				Estudo de caso
	sim	não						1 LF	2 NLF	3 LNF	4 NLNF	
P48	X		X	NC								
P49		X	X	NC								
P50	X		X	REC								
P51		X		NC								
P52		X		NL								
P53	X			NL								
P54	X			NL								
P55		X	X	X	X	X	X				X	4

Legenda:

Entrevista:

NA – não foi possível agendar entrevista

NC – não compareceu

REC – recusou ser entrevistado

NL – não localizado

Entr. analisada:
livro

FS – não estava mais em sala de aula

NLV – não conhecia o

Estudo de caso:

AS – estava afastado por motivo de saúde

PIL – piloto

FS – estava fora de sala de aula

INT – estudo interrompido

NS – afirmou que não ia abordar ASC

Anexo 3.2. Tabelas de dados sócio-biográficos do grupo de professores selecionados para investigação

TAB. 1 - Sexo

Gênero	Frequência	Percentual	Percentual acumulado
Feminino	16	50,0	50,0
Masculino	16	50,0	100,0
Total	32	100,0	

TAB. 2 - Idade

Idade (anos)	Frequência	Percentual	Percentual válido	Percentual acumulado
22 a 24	4	12,5	12,9	12,9
25 a 27	7	21,9	22,6	35,5
28 a 30	8	25,0	25,8	61,3
31 a 33	4	12,5	12,9	74,2
34 a 36	6	18,8	19,4	93,5
mais de 36	2	6,3	6,5	100,0
Total	31	96,9	100,0	
Não informou	1	3,1		
Total	32	100,0		

TAB. 3 - Estado natal

Estado	Frequência	Percentual	Percentual válido	Percentual acumulado
Distrito Federal	17	53,1	54,8	54,8
Outros Estados	14	43,8	45,2	100,0
Total	31	96,9	100,0	
Não informou	1	3,1		
Total	32	100,0		

TAB. 4 - Cidade de residência

Cidade	Frequência	Percentual	Percentual válido	Percentual acumulado
Plano Piloto/Lago	4	12,5	13,3	13,3
Taguatinga	9	28,1	30,0	43,3
Guará	4	12,5	13,3	56,7
Gama	7	21,9	23,3	80,0
Sobradinho	2	6,3	6,7	86,7
Ceilândia	4	12,5	13,3	100,0
Total	30	93,8	100,0	
Não informou	2	6,3		
Total	32	100,0		

TAB. 5 - Renda mensal do professor

Renda (salários-mínimos)	Frequência	Percentual	Percentual válido	Percentual acumulado
3 a 5	2	6,3	6,7	6,7
6 a 10	12	37,5	40,0	46,7
11 a 15	8	25,0	26,7	73,3
16 a 20	5	15,6	16,7	90,0
21 a 30	3	9,4	10,0	100,0
Total	30	93,8	100,0	
Não informou	2	6,3		
Total	32	100,0		

TAB. 6 - Renda mensal familiar

Renda (salários-mínimos)	Frequência	Percentual	Percentual válido	Percentual acumulado
6 a 10	4	12,5	12,9	12,9
11 a 15	7	21,9	22,6	35,5
16 a 20	8	25,0	25,8	61,3
21 a 30	8	25,0	25,8	87,1
Acima de 30	4	12,5	12,9	100,0
Total	31	96,9	100,0	
Não informou	1	3,1		
Total	32	100,0		

TAB. 7 - Escolaridade do pai

Grau de escolaridade	Frequência	Percentual	Percentual válido	Percentual acumulado
Nenhuma	2	6,3	6,5	6,5
Ens. Fund. (1a - 4a)	11	34,4	35,5	41,9
Ens. Fund. (5a - 8a)	4	12,5	12,9	54,8
Ens. Fund. comp.	4	12,5	12,9	67,7
Ens. Méd. comp.	5	15,6	16,1	83,9
Ens. Sup. incomp.	1	3,1	3,2	87,1
Ens. Sup. comp.	4	12,5	12,9	100,0
Total	31	96,9	100,0	
Não informou	1	3,1		
Total	32	100,0		

TAB. 8 - Escolaridade da mãe

Grau de escolaridade	Frequência	Percentual	Percentual válido	Percentual acumulado
Nenhuma	2	6,3	6,5	6,5
Ens. Fund. (1a - 4a)	6	18,8	19,4	25,8
Ens. Fund. (5a - 8a)	5	15,6	16,1	41,9
Ens. Fund. comp.	4	12,5	12,9	54,8
Ens. Méd. incomp.	2	6,3	6,5	61,3
Ens. Méd. comp.	5	15,6	16,1	77,4
Ens. Sup. comp.	7	21,9	22,6	100,0
Total	31	96,9	100,0	
Não informou	1	3,1		
Total	32	100,0		

TAB. 9 - Ocupação profissional do pai

Ocupação profissional (vide anexo 1.3)	Frequência	Percentual	Percentual válido	Percentual acumulado
Agrupamento 1	3	9,4	11,1	11,1
Agrupamento 2	3	9,4	11,1	22,2
Agrupamento 3	6	18,8	22,2	44,4
Agrupamento 4	9	28,1	33,3	77,8
Agrupamento 5	6	18,8	22,2	100,0
Total	27	84,4	100,0	
Não informou	5	15,6		
Total	32	100,0		

TAB. 10 - Ocupação profissional da mãe

Ocupação profissional (vide anexo 1.3)	Frequência	Percentual	Percentual válido	Percentual acumulado
Agrupamento 1	1	3,1	3,2	3,2
Agrupamento 2	3	9,4	9,7	12,9
Agrupamento 3	7	21,9	22,6	35,5
Agrupamento 4	6	18,8	19,4	54,8
Agrupamento 5	4	12,5	12,9	67,7
Agrupamento 6	10	31,3	32,3	100,0
Total	31	96,9	100,0	
Não informou	1	3,1		
Total	32	100,0		

TAB. 11 - Licenciatura em Química

	Frequência	Percentual	Percentual válido	Percentual acumulado
Formados	31	96,9	96,9	96,9
Formandos	1	3,1	3,1	100,0
Total	32	100,0	100,0	

TAB. 12 - Ano de conclusão do curso de licenciatura

Ano de conclusão	Frequência	Percentual	Percentual válido	Percentual acumulado
1997-1999	12	37,5	38,7	38,7
1994-1996	7	21,9	22,6	61,3
1989-1991	7	21,9	22,6	83,9
antes de 1989	5	15,6	16,1	100,0
Total	31	96,9	100,0	
Não informou	1	3,1		
Total	32	100,0		

TAB. 13 - Outros cursos de graduação

Outros Cursos	Frequência	Percentual	Percentual válido	Percentual acumulado
Bacharelado em Química	2	6,3	66,7	66,7
Química Industrial	1	3,1	33,3	100,0
Total	3	9,4	100,0	
Não informou	29	90,6		
Total	32	100,0		

TAB. 14 - Universidade que estudou

Universidade	Frequência	Percentual	Percentual válido	Percentual acumulado
UnB	14	43,8	43,8	43,8
Católica	14	43,8	43,8	87,5
Outros	4	12,5	12,5	100,0
Total	32	100,0	100,0	

TAB. 15 – Participação em cursos de capacitação por tempo de conclusão da licenciatura

Tempo de conclusão (anos)	Número de cursos de capacitação										Total
	0	1	2	3	4	5	6	8	15	20	
0	1										1
1	5	2	1	1							9
2	2		1								3
3	2					1					3
4		1				1					2
5				1				1			2
8					1	1			1		3
9					1						1
10					1			1		1	3
12				1		1				1	3
13					1						1
17										1	1
Total	3	2	3	4	4	1	1	1	1	3	32

TAB. 16 – Participação em congressos em educação por tempo de conclusão da licenciatura

Tempo de conclusão (anos)	Número de congressos em educação								Total
	0	1	2	3	4	5	6	7	
0		1							1
1	2	5		1					
2		1	2	5	1	1			
3	1	1		1	1	1			
4			1	1	1				
5					1	1			
8	1						1	1	
9			1				1		1
10					1				
12		1						2	1
13				1			1		
17							1		
Total	4	9							

TAB. 17 - Tempo de magistério

Tempo (anos)	Frequência	Percentual	Percentual válido	Percentual acumulado
0 a 2	4	12,5	12,5	12,5
3 a 4	6	18,8	18,8	31,3
5 a 6	9	28,1	28,1	59,4
8 a 9	2	6,3	6,3	65,6
10 a 11	7	21,9	21,9	87,5
acima de 11	4	12,5	12,5	100,0
Total	32	100,0	100,0	

TAB. 19 - Número de escolas que atua

Número de escolas	Frequência	Percentual	Percentual válido	Percentual acumulado
1	12	37,5	38,7	38,7
2	16	50,0	51,6	90,3
3	3	9,4	9,7	100,0
Total	31	96,9	100,0	
Não informou	1	3,1		
Total	32	100,0		

TAB. 21 - Carga horária semanal em sala de aula

Carga horária (horas aulas)	Frequência	Percentual	Percentual válido	Percentual acumulado
11 a 20	5	15,6	16,1	16,1
21 a 30	3	9,4	9,7	25,8
31 a 40	17	53,1	54,8	80,6
41 a 60	6	18,8	19,4	100,0
Total	31	96,9	100,0	
Não informou	1	3,1		
Total	32	100,0		

TAB. 23 - Leitura de jornal e revistas

	Frequência	Percentual
Revista de informação	19	59,4%
Revista de divulgação científica	17	53,1%
Revista de educação	4	12,5%
Jornal	28	87,5%

TAB. 25 - Programas de TV de interesse

	Frequência	Percentual
Noticiário	29	90,6%
Telenovela	3	9,4%
Filmes	23	71,9%
Variedades	7	21,9%
Esportes	13	40,6%
Entrevistas	19	59,4%
Humor	12	37,5%
Outros	3	9,4%

TAB. 18 - Rede de ensino que atua

Rede de ensino	Frequência	Percentual	Percentual válido	Percentual acumulado
Pública	20	62,5	64,5	64,5
Pública e particular	11	34,4	35,5	100,0
Total	31	96,9	100,0	
Não informou	1	3,1		
Total	32	100,0		

TAB. 20 - Dedicação exclusiva ao magistério

Dedicação exclusiva	Frequência	Percentual	Percentual válido	Percentual acumulado
sim	19	59,4	63,3	63,3
não	11	34,4	36,7	100,0
Total	30	93,8	100,0	
Não informou	2	6,3		
Total	32	100,0		

TAB. 22 - Fontes de informação

	Frequência	Percentual
Jornal escrito	22	68,8%
Telejornal	17	53,1%
Jornal falado	4	12,5%
Revistas	17	53,1%
Outras fontes	5	15,6%

TAB. 24 - Sessão de interesse em jornal

	Frequência	Percentual
Política	23	71,9%
Economia	18	56,3%
Cultura e lazer	13	40,6%
Esportes	9	28,1%
Veículos	2	6,3%
Notícias locais	28	87,5%
Sociedade	16	50,0%
Classificados	8	25,0%

TAB. 26 - Frequência que lê jornais e revistas

	Frequência	Percentual
Diariamente	10	31,3
Semanalmente	17	53,1
Ocasionalmente	4	12,5
Não informou	1	3,1
Total	32	100,0

TAB. 27 - Frequência que vai a shows ou concertos

	Frequência	Percentual
Mensalmente	2	6,3
Ocasionalmente	26	81,3
Não vai	3	9,4
Não informou	1	3,1
Total	32	100,0

TAB. 28 - Frequência que assiste peça teatral ou de dança

	Frequência	Percentual
Mensalmente	2	6,3
Ocasionalmente	22	68,8
Não assiste	7	21,9
Não informou	1	3,1
Total	32	100,0

TAB. 29 - Frequência que vai ao cinema

	Frequência	Percentual
Uma vez por semana	2	6,3
De 1 a 3 vezes por mês	9	28,1
Ocasionalmente	15	46,9
Não vai	3	9,4
Não informou	3	9,4
Total	32	100,0

TAB. 30 - Frequência que assiste à televisão

	Frequência	Percentual
Mais de 3 horas por dia	2	6,3
De 1 a 3 horas por dia	6	18,8
Até 1 hora por dia	15	46,9
Ocasionalmente	8	25,0
Não informou	1	3,1
Total	32	100,0

TAB. 31 - Assiste a filmes em videocassete

	Frequência	Percentual
sim	26	81,3
não	5	15,6
Total	31	96,9
Não informou	1	3,1
Total	32	100,0