

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

SILVANEY DE OLIVEIRA

LIMITES E POTENCIALIDADES DO ENFOQUE CTS NO ENSINO
DE QUÍMICA UTILIZANDO A TEMÁTICA QUALIDADE DO AR
INTERIOR

CURITIBA
2015

SILVANEY DE OLIVEIRA

LIMITES E POTENCIALIDADES DO ENFOQUE CTS NO ENSINO
DE QUÍMICA UTILIZANDO A TEMÁTICA QUALIDADE DO AR
INTERIOR

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e em Matemática, no curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática, Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Orliney Maciel Guimarães

Coorientador: Prof. Dr. Leonir Lorenzetti

CURITIBA
2015

O48I

Oliveira, Silvaney de

Limites e potencialidades do enfoque CTS no ensino de química utilizando a temática qualidade do ar interior/ Silvaney de Oliveira. – Curitiba, 2015.
362 f. : il. color. ; 30 cm.

Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Exatas, Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática, 2015.

Orientador: Orliney Maciel Guimarães – Co-orientador: Leonir Lorenzetti.
Bibliografia: p. 181-192.

1. Ciência e tecnologia - Aspectos sociais. 2. Educação, Sociedade e Tecnologias digitais. 3. Química - Estudo e ensino. 4. Química - Ensino médio. 5. Poluição do ar de interiores. I. Universidade Federal do Paraná. II. Guimarães, Orliney Maciel. III. Lorenzetti, Leonir . IV. Título.

CDD: 540.7



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EM MATEMÁTICA


PARECER

Defesa de Dissertação de **SILVANEY DE OLIVEIRA** intitulada “**LIMITES E POTENCIALIDADES DO ENFOQUE CTS NO ENSINO DE QUÍMICA UTILIZANDO A TEMÁTICA QUALIDADE DO AR INTERIOR**”, para obtenção do Título de Mestre em Educação em Ciências e em Matemática.

De acordo com o Protocolo aprovado pelo Colegiado do Programa, a Banca Examinadora composta pelos professores abaixo-assinados arguiu, nesta data, o candidato acima citado. Procedida à arguição, a Banca Examinadora é de Parecer que o candidato está **apto ao Título de MESTRE EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EM MATEMÁTICA**, tendo merecido as apreciações abaixo:

BANCA	ASSINATURA	APRECIÇÃO
Prof ^a . Dr ^a . Orliney Maciel Guimarães (orientadora)		aprovada
Prof ^a . Dr ^a . Rosemari Monteiro Foggiatto Silveira		Aprovada
Prof. Dr. João Amadeus Pereira Alves		Aprovado

Curitiba, 27 de Março de 2015.


Prof. Dr. Carlos Roberto Vianna
Coordenador do Programa de Pós-Graduação
em Educação em Ciências e em Matemática



*À minha filha Yasmin,
por se fazer presente
mesmo quando não estava próxima.*

*À Débora,
pelo companheirismo,
amor e apoio incondicional.*

AGRADECIMENTOS

Esta dissertação é o resultado de um intenso trabalho realizado em dois anos, construído através do auxílio de várias pessoas, algumas das quais gostaria de agradecer a seguir:

Primeiramente agradeço à minha orientadora, professora Orliney Maciel Guimarães, pelo cuidado e atenção que sempre dedicou. Pelos ensinamentos, solicitude e, sobretudo, por acreditar nesta proposta desde seu início e não medir esforços para sua concretização.

Ao meu coorientador, professor Leonir Lorenzetti, pelas inúmeras sugestões, paciência e incentivo. Agradeço seu apoio e resalto sua gentileza e cortesia, qualidades dignas de serem seguidas.

Aos professores João Amadeus Pereira Alves e Nilcéia Aparecida Maciel Pinheiro sou grato pelos comentários, sugestões e críticas que auxiliaram na melhoria deste trabalho.

Aos professores do PPGEEM-UFPR pelas reflexões propiciadas antes, durante e depois das aulas. Agradeço também a Antonyhella pelo extremo profissionalismo no exercício de suas funções na secretaria do programa.

Agradeço as minhas colegas de mestrado Viviane Maria Rauth e Márcia Zago pelos “papos úteis” e, principalmente, pelos papos inúteis, durante os quais compartilhamos ideias, preocupações e esperanças.

Agradeço em especial aos meus familiares, amigos, alunos e colegas educadores que, cada um de sua forma, se fizeram presentes nas diversas etapas deste trabalho e colaboraram para sua realização.

Sempre houve “fantasmas na máquina”. Segmentos de código ao acaso que se agrupam para formar protocolos inesperados. Imprevistos, estes radicais livres engendram questões de livre arbítrio, de criatividade...

Quando um esquema de percepção poderá ser chamado de consciência? Quando calcular probabilidades inicia uma busca pela verdade? Quando uma simulação de personalidade se torna o doloroso átomo de uma alma?

(Dr. Alfred Lanning, em “Eu, Robô” de Isaac Asimov)

RESUMO

As propostas de abordagens que contemplam as interações ciência-tecnologia-sociedade (CTS) têm se mostrado como alternativa para um Ensino de Ciências que promova a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) dos estudantes por meio da apropriação de conhecimentos científicos e tecnológicos, associados à incorporação de atitudes e valores necessários para o exercício da cidadania na sociedade atual. Nesta perspectiva, investigamos, a partir da análise de uma intervenção pontual, os limites e potencialidades desta abordagem para o Ensino de Química na Educação Básica. Para tal, selecionamos uma turma do Ensino Médio em um colégio estadual da região metropolitana de Curitiba-PR e, a partir das características da proposta pedagógica curricular do estabelecimento, elaboramos e desenvolvemos uma inserção didático-pedagógica de 14 aulas. A referida proposta caracteriza-se em uma abordagem temática com Enfoque CTS e foi construída pela análise do tema da Qualidade do Ar Interior (QAI) associada aos conteúdos disciplinares relativos ao Estudo dos Gases e à Cinética Química. As aulas foram desenvolvidas segundo a dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos (3MP) e a proposta didática foi estruturada por meio dos parâmetros sugeridos por Bochecho (2011), objetivando a articulação dos pressupostos teóricos da sigla com quatro categorias de Alfabetização Científica e três categorias de Alfabetização Tecnológica. A pesquisa teve cunho qualitativo e a constituição de dados se deu a partir dos relatos de 20 estudantes de uma turma de segunda série do Ensino Médio em seus diários de bordo, gravações em áudio das aulas, diários do professor e questionários de avaliação da proposta. Para o tratamento dos dados foram utilizadas as contribuições da Análise Textual Discursiva (ATD) de Moraes e Galiazzi (2007). O processo de análise forneceu subsídios para concluirmos que, de fato, esta abordagem contribuiu para a apropriação dos conceitos químicos e apresentou indícios de que as discussões relacionadas à temática e às interações CTS propiciaram mudanças de percepção dos alunos em relação à natureza da ciência, da tecnologia e da importância do contexto científico-tecnológico na sociedade atual. A análise dos dados constituídos e as reflexões realizadas ao longo de todo o processo de investigação também nos permitem destacar que para potencializar a concretização dos objetivos educacionais de propostas com Enfoque CTS faz-se necessário, além de um referencial teórico claro que balize sua construção, selecionar uma temática apropriada e utilizar estratégias de ensino diferenciadas.

Palavras-chave: CTS, ACT, Ensino Médio, Ensino de Química, Qualidade do Ar Interior.

ABSTRACT

Proposals for approaches that consider the interactions science-technology-society (STS) have emerged as alternative to a science education that promotes scientific and technological literacy (STL) of the students through the appropriation of scientific and technological knowledge, associated with incorporation attitudes and values necessary for the exercise of citizenship in today's society. In this perspective, we investigate, from the analysis of a specific intervention, limits and potential of this approach for the Chemistry Teaching in Fundamental Education. To this end, we selected a group of high school in a state school in the metropolitan region of Curitiba-PR and from the characteristics of the course pedagogical proposal of the establishment we have designed and developed with the class a didactic and pedagogical integration of 14 classes. The proposal is characterized by a thematic approach with focus STS and was built by theme analysis of Indoor Air Quality (IAQ) associated with the subject matter for the Gas Studies and Chemical Kinetics. The classes have been developed through the dynamics of Three Pedagogical Moments (3PM) and the didactic proposal was structured according to the parameters suggested by Bocheco (2011), aiming at the articulation of acronym theoretical assumptions with four categories of Scientific Literacy and three categories of Technological Literacy. The research was qualitative approach and the data constitution took from the reports of 20 students in a class of second high school series in their logs, audio recordings of classes, daily teacher and bid evaluation questionnaires. For the treatment of the data, we used the contributions of Discursive Textual Analysis (DTA) of Moraes and Galiuzzi (2007). The review process provided subsidies to conclude that, in fact, this approach contributed to the promotion of chemical concepts and presented evidence that the discussions related to themes and STS interactions have provided the students perception of changes in the nature of science, technology and the importance of scientific and technological context in today's society. The analysis of data made and discussions held throughout the research process also allow us to point out that to enhance the achievement of educational goals of STS proposals is necessary a clear theoretical framework that guides its construction, selecting an appropriate theme and use different teaching strategies.

Keywords: STS; STL; High School, Chemistry teaching; Indoor Air Quality.

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 –	TRADIÇÕES CTS EUROPEIA E AMERICANA.....	36
QUADRO 2 –	PARÂMETROS DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.....	47
QUADRO 3 –	PARÂMETROS DE ALFABETIZAÇÃO TECNOLÓGICA.....	48
QUADRO 4 –	PRINCIPAIS AGENTES QUE AFETAM A QAI E SUAS FONTES.....	64
QUADRO 5 –	PARÂMETROS DE ACT E A TEMÁTICA DA QAI.....	69
QUADRO 6 –	<i>CORPUS</i> DA PESQUISA.....	94
QUADRO 7 –	O ENSINO DE QUÍMICA E A QAI.....	99
QUADRO 8 –	RELATOS ASSOCIADOS ÀS CATEGORIAS DE ACT.....	133
QUADRO 9 –	A TECNOLOGIA, OS VALORES E AS CAPACIDADES HUMANAS.....	157
QUADRO 10 –	RELATOS ASSOCIADOS COM AS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS.....	162

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURA

3MP	–	Três Momentos Pedagógicos
ACT	–	Alfabetização Científica e Tecnológica
ANVISA	–	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ATD	–	Análise Textual Discursiva
COV	–	Compostos Orgânicos Voláteis
CTS	–	Ciência, Tecnologia e Sociedade
CTSA	–	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
DCE-PR	–	Diretrizes Curriculares Estaduais do Paraná
DCNEM	–	Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
EPA	–	United States Environmental Protection Agency
HEPA	–	High Efficiency Particulate Air Filters
IOESTE	–	International Organization for Science and Technology Education
OCEM	–	Orientações Curriculares para o Ensino Médio
OMS	–	Organização Mundial da Saúde
PCN+	–	Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	–	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
QAI	–	Qualidade do Ar Interior
SED	–	Síndrome dos Edifícios Doentes

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
CAPÍTULO 1. CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E O ENSINO DE QUÍMICA..	21
1.1 Um Olhar para o Ensino de Química	21
1.2 O Processo de Alfabetização Científica e Tecnológica	25
1.3 O Enfoque CTS e o Ensino de Ciências	33
1.3.1 Origem do Movimento CTS	33
1.3.2 O Movimento CTS e a Educação	37
1.3.3 A Alfabetização Científica e Tecnológica e o Enfoque CTS	41
1.3.3.1 Parâmetros de Alfabetização Científica e Tecnológica	46
1.4 O Enfoque CTS e o Ensino de Química	49
CAPÍTULO 2. O ENSINO DE QUÍMICA E A QUALIDADE DO AR INTERIOR	53
2.1 Uma Abordagem Temática com Enfoque CTS	53
2.2 A Qualidade do Ar Interior	61
2.3 A Qualidade do Ar Interior, o Estudo dos Gases e a Cinética Química	66
2.4 A Dinâmica das Aulas e as Estratégias de Ensino	72
2.4.1 Os Três Momentos Pedagógicos	73
2.4.2 As Estratégias Didáticas para o Ensino de Química	75
2.4.2.1 Recursos Audiovisuais	76
2.4.2.2 Divulgação Científica	78
2.4.2.3 Experimentação Problematizadora	80
CAPÍTULO 3. QUALIDADE DO AR INTERIOR: CAMINHOS DA INVESTIGAÇÃO ..	85
3.1 A Metodologia de Pesquisa	85
3.2 Descrição do Contexto de Investigação: a realidade escolar	89
3.3 Instrumentos Utilizados para Constituição de Dados	91

3.4	Metodologia para Análise dos Dados	93
CAPÍTULO 4. DO DISCURSO À PRÁTICA: RESULTADOS E REFLEXÕES		98
4.1	A Proposta Didática	98
4.2	As Categorias de Análise.....	129
4.3	Categorias de Alfabetização Científica e Tecnológica	132
4.3.1	Alfabetização Científica Prática	134
4.3.1.1	A Relação do Tema com a Vida Cotidiana	134
4.3.1.2	A Utilidade Prática do Conhecimento Científico.....	137
4.3.2	Alfabetização Científica Cívica.....	140
4.3.3	Alfabetização Científica Cultural	142
4.3.3.1	A Natureza da Ciência.....	143
4.3.3.2	Novos Olhares para a Ciência	148
4.3.4	Alfabetização Científica Profissional	150
4.3.5	Alfabetização Tecnológica Prática.....	151
4.3.6	Alfabetização Tecnológica Cívica	152
4.3.7	Alfabetização Tecnológica Cultural	154
4.4	Categoria Emergente: Estratégias Didáticas.....	161
4.4.1	A Dinâmica das Aulas.....	162
4.4.2	A Importância da Experimentação no Ensino de Química	166
4.4.3	A Escrita e o Aprendizado no Ensino de Química	169
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....		173
REFERÊNCIAS		179
APÊNDICES.....		193

INTRODUÇÃO

Desde o último século, a humanidade tem experimentado um avanço sem precedentes na rapidez com que os desenvolvimentos científicos e tecnológicos se incorporam ao nosso cotidiano. Os limites da ciência parecem cada vez mais distantes e os aparatos tecnológicos cada dia mais complexos, polivalentes e indispensáveis.

Imersos nesse admirável mundo novo moldado pela tecnociência¹ fica quase impossível não nos impressionarmos com a quantidade de mudanças introduzidas em nosso modo de vida em um espaço de tempo tão curto. É difícil imaginar nosso dia a dia sem algumas facilidades contemporâneas como internet, *smartphone*, cartão bancário, televisão ou automóveis.

Por outro lado, ao mesmo tempo em que ficamos maravilhados com as novidades tecnológicas e com as diversas possibilidades apresentadas pela ciência, fica também mais evidente a necessidade de um olhar crítico para os problemas que este modelo de desenvolvimento carrega consigo. Os impactos da produção industrial nos ecossistemas, o consumo desenfreado, as guerras tecnologicamente potencializadas, a eterna falta de tempo e as doenças relacionadas ao acelerado modo de vida urbano são exemplos de situações que não faziam parte de nossa realidade há algumas décadas atrás.

Gradativamente a ilusão de progresso contínuo associada aos avanços científicos e tecnológicos começa a ser questionada. Para alguns a lista de benefícios já se equipara aos males ocasionados por este modelo de desenvolvimento e têm aumentado os clamores por maior participação social nas decisões que envolvem a ciência e a tecnologia, em especial no que se refere às suas implicações. Aliado a isso, há uma crescente necessidade por conhecimentos científicos e tecnológicos para a tomada de decisões cotidianas e as gigantescas quantidades de informações digitais disponíveis em tempo real requerem um tipo diferente de indivíduo, que seja capaz não apenas de interagir, mas também de questionar e refletir sobre esse conhecimento.

Independentemente de suas origens políticas ou sociais, estes desafios produzem implicações no contexto educacional e nas práticas pedagógicas. No Brasil,

¹ A palavra “tecnociência” foi cunhada pelo filósofo belga Gilbert Hottois no final da década de 1970 e utilizada extensivamente por Bruno Latour a partir dos anos 1980. De modo geral, é um recurso de linguagem para denotar a íntima relação entre ciência e tecnologia. Neste trabalho, o termo é utilizado para designar situações nas quais a ciência e tecnologia encontram-se inseparavelmente associadas ou hibridizadas em algum sentido.

desde a década de 1980 iniciativas educacionais apontam para a necessidade de propiciar um modelo de ensino que aborde diretamente as questões que envolvam a ciência e a tecnologia e mais recentemente, nas diretrizes e parâmetros do Ensino Médio, em que se sinaliza a importância do contexto social nestas discussões (STRIEDER, 2008; 2012).

Na perspectiva de Auler e Delizoicov (2001), um dos caminhos para repensar a formação escolar e seguir em direção a um ensino condizente com as especificidades de nosso tempo parte do pressuposto de que a sociedade é analfabeta científica e tecnologicamente e que, num ambiente crescentemente vinculado aos avanços científico-tecnológicos, a democratização desses conhecimentos é considerada fundamental. Fourez (1995) destaca que não se trata de enfatizar as maravilhas da ciência e da tecnologia, mas de preparar o cidadão para agir, tomar decisões e compreender as implicações dos discursos dos especialistas.

Neste contexto, o desafio que se apresenta para a educação é o de promover um ensino voltado para alfabetização científica e tecnológica (ACT) dos estudantes, apontando práticas que permitam uma leitura crítica do mundo contemporâneo, capaz de contribuir para uma formação que oportunize o exercício da cidadania (MILARÉ; RICHETTI; PINHO ALVES, 2009).

Paradoxalmente, a escola não propicia uma formação escolar para a ciência e a tecnologia que vá além da informação e de relações meramente ilustrativas ou motivacionais entre esses campos de saberes (RICARDO, 2007). Normalmente, as iniciativas apresentadas se limitam a destacar o mecanismo de funcionamento de determinados aparatos tecnológicos ou exemplificar situações cotidianas que possuam correlação com princípios científicos. Ignoram-se outras dimensões fundamentais em um processo de ACT, como a natureza subjetiva inerente ao processo de construção e desenvolvimento da ciência e da tecnologia, sua profunda influência em nosso modo de vida, suas consequências sociais e ambientais.

Como professor de Química atuando há mais de dez anos na Educação Básica (especificamente no Ensino Médio e Técnico), pude² lecionar em colégios da rede pública e privada de ensino e constatar que essas questões se apresentam distantes da realidade escolar. O Ensino de Química ainda se limita a práticas conteudistas e de ênfase extremamente conceitual pelas quais os alunos não conseguem observar e analisar criticamente a sociedade em que vivem.

² Utilizarei a primeira pessoa do singular no decorrer do texto nos momentos em que estiver me referindo a uma ideia própria, não necessariamente inédita, ou a experiências e considerações particulares.

Os conteúdos da disciplina são apresentados de forma fragmentada, abstrata e isolada, o que dificulta a compreensão de suas relações com a conjuntura social e ignora sua influência em nosso modo de vida. Não estou minimizando a importância dos conteúdos, mas defendendo que é fundamental, além de uma sólida base conceitual, o desenvolvimento de saberes e habilidades que tornem esses conhecimentos teóricos válidos para além dos bancos escolares. Um ensino capaz de contemplar as diversas situações (cotidianas ou não) que envolvem conhecimentos científicos e tecnológicos, bem como enfatizar valores éticos e morais necessários para o convívio social responsável, oportunizando a tomada de atitudes frente aos problemas que afetam a vida de todos nós. Trata-se, antes de tudo, da necessidade de uma mudança de postura epistemológica em relação ao conhecimento químico e sua relação com a formação da cidadania na sociedade atual.

Tenho consciência de que não se configura em uma tarefa simples ou de que somente as aulas de Química são suficientes para propiciar essa formação. No entanto, além de pesquisador, sou professor dessa disciplina e encaro o conhecimento químico como ferramenta indispensável para a compreensão do mundo em que vivemos. Abordar esses saberes vinculados a suas implicações práticas, sociais, políticas, filosóficas e culturais apresentam-se como opções para uma educação que promova o conhecimento e a cidadania. Desse modo, acredito que sejam válidas as ações em direção a um processo de ensino preocupado com a ACT dos alunos, ainda que sejam ações pontuais.

Outrossim, defendo que um ensino que objetive a formação de cidadãos não pode ser pautado em uma visão utilitarista da Química ou em uma concepção neutra e determinista de ciência e tecnologia. No primeiro caso, em favor de uma suposta aproximação dos conteúdos disciplinares com a vida do estudante, meramente apresentam-se curiosidades em relação aos possíveis usos cotidianos dos saberes abordados durante as aulas, enquanto que no segundo caso, tanto a ciência quanto a tecnologia são apresentados como conhecimentos “superiores”, que seguem suas próprias regras. Regras imutáveis e dissociadas da realidade, complexas demais para a compreensão de qualquer um que não possua aptidão natural e treinamento especializado.

Na esteira dessas discussões e na busca de agregar novos sentidos e significados aos saberes tradicionalmente abordados nas aulas de ciências, apresentam-se como alternativa as ramificações educacionais de um movimento social surgido em meados do século passado, o Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS).

As abordagens com Enfoque CTS³ enfatizam as relações entre o contexto sociocultural dos personagens envolvidas no processo de ensino-aprendizagem e os conceitos científico-tecnológicos, possibilitando discussões sobre a natureza da ciência, a natureza da tecnologia, seus desdobramentos sociais e inter-relações (AULER; DELIZOICOV, 2001; SANTOS; MORTIMER, 2002; SANTOS; SCHNETZLER, 2003; PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007; BOCHECO, 2011; STRIEDER, 2012). Assim, uma proposta que contemple os conteúdos científicos através das relações CTS demanda em ensinar estes saberes associados ao seu contexto tecnológico e social, no qual os estudantes integram o conhecimento científico e tecnológico às suas experiências pessoais (GARCIA; CEREZO; LUJÁN, 1996).

A partir dessa concepção de ensino defendo nesta pesquisa, que uma abordagem com Enfoque CTS nas aulas de Química pode se concretizar como uma das formas de promover a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes.

Entretanto, ainda que as discussões em relação à sigla CTS no campo educacional já existam há cerca de cinquenta anos e mesmo considerando a presença de abordagens CTS no Ensino de Ciências em diferentes momentos na educação brasileira (AULER, 2011; MIRANDA, 2012; STRIEDER, 2012), constata-se que devido à complexidade intrínseca às questões relacionadas à ciência, à tecnologia e à sociedade é possível desenvolver propostas CTS com diferentes enfoques e perspectivas educacionais, variando em função dos encaminhamentos dados às atividades e às discussões propostas, ainda que envolvendo um ou mais dos três elementos da sigla e suas articulações (STRIEDER, 2012).

Apesar dessa diversidade de posicionamentos, há um razoável consenso de que, para a implementação de abordagens com Enfoque CTS, recomendam-se propostas educacionais que preconizam uma nova organização curricular baseada em temas (GARCIA, CEREZO; LUJÁN, 1996; AULER, 2002; SANTOS; MORTIMER, 2002; SANTOS; SCHNETZLER, 2003; BOCHECO, 2011, STRIEDER, 2012). Nesta organização os conteúdos das disciplinas são discutidos juntamente com a análise de temas contemporâneos complexos, de impacto social e não compreensíveis ou abarcáveis apenas pelo olhar da ciência ou da tecnologia. Assim, ao propor uma abordagem temática com Enfoque CTS, torna-se necessário selecionar temas que

³ Utilizamos a expressão “Enfoque CTS” para nos referirmos aos desdobramentos do Movimento CTS no cenário educacional, por essa ser a mais utilizada na literatura do Ensino de Ciências. Já a expressão “Movimento CTS” é utilizada para designar as discussões CTS em um contexto social mais amplo. Por fim, o termo “Abordagem CTS” é empregado para nos referirmos às propostas didático-pedagógicas que contemplam as relações CTS.

favoreçam reflexões e ações fundamentadas em critérios que envolvam e ultrapassem aqueles relacionados unicamente ao conhecimento técnico ou científico (AULER, 2011).

Desse modo, buscamos uma temática que articulasse os conteúdos específicos da Química com discussões relacionadas à ciência e à tecnologia e, ao mesmo tempo, enfatizasse a importância da formação de uma cultura científica para a vida dos estudantes. Um tema que apresentasse significado para a vida dos estudantes para além do espaço escolar, transcendendo o simples ato de resolver problemas de forma algorítmica ou meramente instrumentalizá-los para intervir em situações cotidianas.

Com este intuito, inicialmente, nosso foco de interesse se voltou para o local em que seria implementada a proposta e em uma análise preliminar, identificamos potencial para discutir a temática da qualidade do ar, em especial a poluição atmosférica, devido à intensa atividade industrial na região (trata-se de uma cidade da área metropolitana de Curitiba-PR caracterizada pelo grande polo industrial). No entanto, apesar de constatarmos durante a revisão da bibliografia especializada sobre o assunto que as preocupações sobre a poluição atmosférica, em sua maioria, têm sido mais direcionadas para a poluição do ambiente exterior em função do aumento das emissões associadas ao tráfego rodoviário e aos processos industriais, também encontramos alguns trabalhos sobre uma faceta muito relevante e pouco destacada deste problema, a Qualidade do Ar Interior (QAI).

A importância da QAI repousa no fato de que durante as últimas décadas, os hábitos de trabalho, diversão e lazer estão cada vez mais associados aos ambientes interiores e conseqüentemente os efeitos da qualidade do ar nestes locais impactam de forma mais direta na saúde das pessoas, especialmente nos edifícios climatizados artificialmente.

Entretanto, muito embora a garantia de um ar interior saudável ser reconhecida como um direito básico do ser humano pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e um fator determinante para a saúde e bem-estar de todos (OMS, 2009), apresentando possibilidades para debates e reflexões em sala de aula, a maioria dos estudos sobre o assunto é de origem estrangeira e de trabalhos ligados à área da saúde ou engenharias (BRICKUS; NETO, 1999; BORREGO *et al.*, 2008; BLUYSSSEN, 2009; SANTOS, 2010; VERDELHOS, 2011; TEIXEIRA, 2012).

Assim, apesar de não haver muitas referências sobre a temática na literatura do Ensino de Ciências, identificamos na QAI um tema de enorme abrangência e importância social e que apresenta potencial para articular os conteúdos específicos da disciplina com o contexto científico-tecnológico da sociedade atual.

Desse modo, considerando-se a atualidade das discussões apresentadas e a necessidade de reflexões quando se busca contemplar as interações CTS nos currículos escolares, em especial no Ensino de Química, constituímos o problema de investigação da presente pesquisa a partir do seguinte questionamento: *Quais são os limites e potencialidades da abordagem com Enfoque CTS no Ensino de Química a partir da temática da QAI como promotora de Alfabetização Científica e Tecnológica no Ensino Médio?*

Apesar de haver várias pesquisas e trabalhos que discutem as inserções de abordagens com Enfoque CTS na Educação Básica, ainda são incipientes as reflexões a partir de práticas efetivas (STRIEDER, 2008). Dessa forma, neste trabalho, buscamos encaminhamentos para o problema proposto amparados na investigação de uma experiência concreta desenvolvida em sala de aula.

Com esta meta, estabelecemos o objetivo geral da pesquisa: *Analisar os limites e potencialidades da abordagem com Enfoque CTS no Ensino de Química a partir da temática da QAI como promotora de Alfabetização Científica e Tecnológica no Ensino Médio.*

Para elucidar o problema da pesquisa e concretizar seu objetivo geral, determinamos três outros objetivos específicos: a) identificar na literatura do Ensino de Ciências pressupostos teóricos que amparem a construção de propostas educacionais com Enfoque CTS; b) elaborar, desenvolver e analisar uma proposta didática para o Ensino de Química através de uma abordagem temática CTS junto a alunos do Ensino Médio em uma escola pública da Educação Básica; e c) discutir os limites e potencialidades da abordagem com Enfoque CTS no Ensino de Química a partir da temática da QAI como promotora de Alfabetização Científica e Tecnológica.

Definidos o problema e os objetivos da pesquisa, selecionamos uma turma do segundo ano do Ensino Médio em um colégio estadual da região metropolitana de Curitiba-PR e, a partir da proposta pedagógica curricular do estabelecimento, elaboramos e desenvolvemos uma unidade didática composta de 14 aulas, intitulada *“O Estudo dos Gases, a Cinética Química e a Qualidade do Ar Interior”*.

Assim, levando-se em consideração a natureza da investigação, utilizamos como técnicas de constituição de dados: gravações em áudio das aulas, atividades desenvolvidas pelos alunos e, questionários e relatos das aulas em diários de bordo produzidos pelos alunos e pelo professor.

As ações realizadas na construção e desenvolvimento dessa intervenção, bem como as informações obtidas por meio dos diários de bordo, dos questionários, das atividades realizadas em sala e das impressões do professor, foram objeto de análises

e reflexões. A proposta didática, os instrumentos para a constituição dos dados, bem como os dados constituídos (em sua maior parte), estão anexados ao final do texto.

Estruturado em quatro capítulos, o presente trabalho faz uma revisão teórica abrangente, bem como apresenta as opções metodológicas empregadas e os resultados da análise dos dados constituídos.

No primeiro capítulo – *Ciência, Tecnologia, Sociedade e o Ensino de Química* – é apresentado um primeiro olhar para o Ensino de Química, procurando evidenciar os problemas enfrentados por uma abordagem descontextualizada da disciplina que, em geral, é pautada pela ênfase na memorização e no formalismo matemático. Neste capítulo também fazemos uma revisão bibliográfica sobre o Movimento CTS, enfatizando o surgimento histórico das discussões e estudos sobre as interações entre ciência, tecnologia e sociedade, seus desdobramentos no campo educacional e uma reflexão sobre seu potencial como promotor de alfabetização científica e tecnológica no Ensino de Química.

O segundo capítulo – *O Ensino de Química e a Qualidade do Ar Interior* – apresenta o referencial teórico que ampara propostas de utilização do Enfoque CTS a partir de uma organização curricular baseada em eventos ou temas. Em seguida, discutimos a relevância da temática, enfatizando seu potencial como elemento de articulação dos conteúdos específicos de Química relacionados ao estudo dos gases e à cinética química, a partir de uma série de parâmetros de alfabetização científica e tecnológica. Por fim, destacamos a dinâmica das aulas e as estratégias de ensino selecionadas para o desenvolvimento da proposta de ensino.

No terceiro capítulo – *Qualidade do Ar Interior: Caminhos da Investigação* – é apresentado, em um primeiro momento, um conjunto de considerações teóricas em torno da metodologia adotada para a pesquisa. Na sequência apresentamos a descrição do contexto escolar e discutimos os instrumentos utilizados para a constituição dos dados durante a investigação. Nesse capítulo também destacamos o procedimento adotado para a análise dos dados constituídos.

No quarto capítulo – *Do Discurso à Prática: Resultados e Reflexões* – apresentamos e discutimos nossa análise das informações constituídas por meio da reflexão sobre o processo referente às atividades teóricas, argumentações e práticas experimentais realizadas nas aulas que compuseram o desenvolvimento da proposta didática. Para tanto, realizamos uma categorização dos dados empíricos provenientes das produções textuais dos estudantes mediante a Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2007). As categorias elaboradas consistiram em *a priori* e emergentes, sendo as categorias definidas *a priori* associadas com os parâmetros de ACT utilizados para construção e desenvolvimento da proposta, enquanto a categoria

emergente foi relacionada com as percepções dos estudantes sobre encaminhamentos metodológicos utilizados.

E, por fim, a partir da análise conjunta dos dados constituídos são apresentadas algumas considerações sobre nossas questões de investigação, principalmente no que se relaciona com os limites e potencialidades para a utilização do Enfoque CTS como promotor de ACT no Ensino de Química.

Esperamos com este trabalho refletir sobre as atividades desenvolvidas em nossa intervenção didático-pedagógica e por meio da análise uma experiência concreta em sala de aula, propiciar elementos que possam contribuir para a introdução de abordagens com Enfoque CTS no Ensino Médio.

CAPÍTULO 1. CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E O ENSINO DE QUÍMICA

Consideramos que a abordagem com Enfoque CTS no Ensino de Ciências tem como um dos objetivos a promoção da alfabetização científica e tecnológica dos estudantes, possibilitando acesso às formas de pensar que o mundo contemporâneo apresenta e, ao mesmo tempo, capacitando-os a exercer sua cidadania, assumindo uma postura crítica em relação ao papel da ciência e da tecnologia na sociedade em que vivem.

Em relação especificamente ao Ensino de Química na Educação Básica defendemos que o mesmo precisa, além de desenvolver a compreensão de conceitos químicos, ampliar o seu entendimento para outras questões de caráter social, ambiental e tecnológico, uma vez que, os avanços científicos e tecnológicos repercutem diretamente na vida de todos.

A partir dessas considerações, no presente capítulo, inicialmente apresentamos um primeiro olhar para o Ensino de Química, enfatizando as limitações de uma abordagem descontextualizada dos conceitos da disciplina e sinalizando caminhos para um ensino com foco em uma formação cidadã. Em seguida, discutimos conceito de alfabetização científica e tecnológica, relacionando as múltiplas dimensões desse processo com as propostas de ensino pautadas nas interações CTS.

Por fim, por meio de uma revisão bibliográfica, analisamos o surgimento do Movimento CTS, seus desdobramentos no cenário educacional e seu potencial como promotor de alfabetização científica e tecnológica no Ensino de Química.

1.1 Um Olhar para o Ensino de Química

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - Lei 9.394/96, em seu artigo 22, estabelece como finalidade para Educação Básica proporcionar um ensino que oportunize uma formação comum indispensável para o exercício da cidadania (BRASIL, 1996). Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) e as Diretrizes Curriculares Estaduais (DCE), também incorporam essa tendência e destacam que as transformações que ocorrem no Brasil, em função da consolidação do regime

democrático, da imersão de novas tecnologias e demais mudanças que impactam o cenário contemporâneo demandam uma abordagem metodológica que possibilite aos estudantes uma formação geral para exercer dignamente sua cidadania na sociedade contemporânea (BRASIL, 1996, 1998, 2006; PARANÁ, 2008).

A Química, como ciência historicamente construída, estuda a composição da matéria, sua constituição e transformações, contribuindo para o desenvolvimento científico e tecnológico da humanidade. Esta ciência, quando transposta para o contexto escolar, possui o potencial para ampliar a compreensão da natureza e dos processos tecnológicos que permeiam a sociedade, oportunizando maior autonomia para fazer escolhas individuais e coletivas, com vistas à sua transformação pelo exercício consciente de suas ações e do seu modo de vida.

Nesse sentido, educadores têm defendido que o Ensino de Química no Ensino Médio deveria propiciar o desenvolvimento da cidadania (SANTOS; SCHNETZLER, 1996; 2003; SANTOS, 2002; SANTOS; MORTIMER, 2002; COELHO, 2005; STRIEDER, 2008; NIEZER, 2012).

Educar para a cidadania, de acordo com Santos e Schnetzler (2003), implica em desenvolver valores éticos de compromisso para com a sociedade. Segundo os autores, a questão da cidadania apresenta uma amplitude que supera a do simples ensino de conceitos químicos e envolve a necessidade de abandonar “a concepção ingênua de que estaremos educando cidadãos, ao ensinar química” (SANTOS; SCHNETZLER, 2003, p. 36). Uma educação cidadã, conforme afirmam os autores, configura-se em encarar o desafio de preparar nossos alunos para sua participação em uma sociedade democrática por meio da garantia de seus direitos e compromisso com seus deveres.

No entanto, esse não é o significado atribuído ao Ensino de Química que ainda está fortemente presente nas escolas brasileiras, conforme apontado por pesquisadores da área (CHASSOT, 1990; 1995; SCHNETZLER; ARAGÃO, 1995; SANTOS; SCHNETZLER, 2003). Na maioria das vezes, os conceitos de Química são apresentados de forma independente e dissociados da realidade dos alunos, com propósitos que se fazem visíveis (quando isso acontece) apenas para o professor. Uma prática de ensino encaminhada quase exclusivamente para a memorização por parte do aluno de enormes quantidades de informações, unicamente para que sejam reproduzidas do mesmo modo como foram apresentadas.

Sobre este aspecto, Flôr e Cassiani (2012) argumentam que tradicionalmente se abordam conceitos cuja única serventia é para a aquisição de novos conceitos para o próximo bimestre, semestre ou ano letivo e que, quando os estudantes questionam o porquê de se estudar Química, a resposta mais comum é a de que aquele conteúdo é necessário para adquirir os próximos conteúdos, para ter um diploma, passar no

vestibular e, após ingressar em uma universidade, enfim ser “alguém” na vida. Assim, os alunos não conseguem perceber a importância destes saberes para sua vida e cria-se um ciclo interminável de conhecimentos descartáveis.

De acordo com Chassot (2003), são vários os exemplos de situações similares vivenciadas pelos estudantes durante o período em que passam nos bancos escolares:

Talvez mais de um dos leitores deste texto poderá recordar quantos conhecimentos inúteis amalhou – especialmente quando foram feitas as primeiras iniciações na área de ciências – que há muito, afortunadamente, os deletou. Quantas classificações botânicas, quantas famílias zoológicas cujos nomes ainda perambulam em nossas memórias como cadáveres insepultos, quantas configurações eletrônicas de elementos químicos, quantas fórmulas de física sabidas por um tempo – até o dia de uma prova – e depois desejadamente esquecidas (CHASSOT, 2003, p. 90, grifo do autor).

Para Niezer (2012), muitos dos professores de Química de Ensino Médio, concordam que a maioria das pessoas, após frequentar a escola, sabe pouco de química e que pouquíssimas delas conseguem se posicionar sobre problemas que exijam algum conhecimento dessa matéria. Segundo a autora, para superar esta concepção de ensino há a necessidade de configurar uma estrutura curricular que contextualize os conteúdos disciplinares, de forma a ofertar uma educação que apresente significado para os alunos e aumente sua compreensão sobre o mundo em que vivem, tornando-os mais críticos para exercer sua cidadania, com possibilidades de argumentar e agir frente a diversas informações.

Por outro lado, Kuenzer (2005) destaca que a falta de conhecimento em Química poderá ser um fator de exclusão do aluno por dificultar a compreensão dos fenômenos e das transformações da matéria e, por consequência, a interpretação do meio em que vivem. Faz-se necessário que o aluno perceba a importância de adquirir outros conhecimentos, diferentes do saber popular ou do senso comum⁴, mas também indispensáveis para compreender e atuar na sociedade contemporânea.

Corroborando com este ponto de vista, as Orientações Curriculares Nacionais (BRASIL, 2006) sugerem que se estabeleça uma relação entre os conhecimentos prévios dos alunos e o conhecimento escolar historicamente construído. De acordo com essas orientações:

⁴ Utilizamos neste trabalho a distinção entre *saber popular* e *senso comum* explicitada por Chassot (2010), na qual o saber popular é caracterizado pelos conhecimentos associados às práticas cotidianas das pessoas que compõem as classes sociais com menos acesso à educação formal, enquanto o senso comum engloba os saberes que se difundem por toda sociedade.

As pessoas explicam muitas coisas utilizando o que se poderia chamar de *senso comum*. Essas explicações são limitadas a situações específicas e superficiais. [...] o conhecimento científico possui características bem diferentes e tem de romper com o senso comum, pois [...] se origina de problemas bem formulados, mas o aluno chega à escola com conhecimentos empíricos, chamados comumente de *senso comum* e originados das suas interações com o cotidiano e com os outros. Na contextualização dos saberes escolares, busca-se problematizar essa relação entre o que se pretende ensinar e as explicações e concepções que o aluno já tem, pois a natureza faz parte tanto do mundo cotidiano como do mundo científico. Todavia, os conhecimentos do aluno são frequentemente inconsistentes e limitados a situações particulares (BRASIL, 2006, p. 50-51).

Há a necessidade de evidenciar que uma concepção de ensino que considere os saberes prévios dos estudantes, construídos por meio de seu convívio social ou da interação com as diversas mídias presentes na sociedade atual, não implica no abandono dos conteúdos da Química. Não se pode defender um ensino reducionista que, em favor de uma suposta contextualização, relegue a um plano inferior (ou ignore) o conhecimento científico desenvolvido nas aulas de Química.

Muitas vezes o termo contextualização é utilizado no mesmo sentido que a abordagem do cotidiano e da valorização dos saberes populares, sendo visto apenas como uma forma de abordar os conhecimentos atrelando-os a fatores cotidianos mais próximos do estudante (RICHETTI; MILARÉ; PINHO ALVES, 2009). No entanto, Ricardo (2005, p. 218) argumenta que a essência da contextualização vai muito além desse entendimento e reside em “problematizar a relação entre esses dois mundos – saber científico e conhecimento cotidiano – pois a natureza faz parte de ambos.”

Também é preciso destacar que não se pretende, com a contextualização, partir do que o aluno já sabe para alcançar o conhecimento científico, pois esse não pode ser considerado uma próxima etapa, uma melhoria do senso comum. Cabe sim, esclarecer que o conhecimento do senso comum é válido, mas que muitas vezes precisa de um olhar crítico, por não se constituir um fim em si mesmo e nem ser suficiente para explicar todos os problemas do mundo (RICHETTI, 2008).

A valorização das várias formas em que o conhecimento se apresenta e a difusão de múltiplos saberes, cada um com seu papel e importância na formação do aluno, oportuniza novas maneiras para interpretar a realidade e viabiliza diferentes posicionamentos em relação às situações vivenciadas. Nessa perspectiva, justifica-se falar em um Ensino de Química que priorize o aprendizado de forma contextualizada, que possibilite articular o ensino aos acontecimentos do cotidiano do aluno para que

estes possam perceber a importância da química numa sociedade avançada, nas dimensões científica e tecnológica.

Ainda segundo as Orientações Curriculares Nacionais (BRASIL, 2006), articular os conteúdos tradicionais da disciplina de Química com suas implicações sociais apresenta-se como uma necessidade para a compreensão do mundo em que vivemos e como um caminho para um processo de tomada de decisão em direção a um modo de vida mais sustentável. Segundo esse documento:

Articular os aspectos sócio-científicos e o contexto aos conteúdos de Química é fundamental, pois propicia que os alunos compreendam o mundo social em que estão inseridos e desenvolvam a capacidade de tomada de decisão com maior responsabilidade, na qualidade de cidadãos, sobre questões relativas à Química e à Tecnologia, e desenvolvam também atitudes e valores comprometidos com a cidadania planetária em busca da preservação ambiental e da diminuição das desigualdades econômicas, sociais, culturais e étnicas (BRASIL, 2006, p. 119).

Portanto, torna-se fundamental na busca por uma formação cidadã em uma sociedade científica e tecnologicamente orientada, abordar os conteúdos da Química relacionados aos contextos históricos, políticos, econômicos, sociais e culturais que os produzem e modificam. Ou seja, promover o aprendizado contextualizado dos conceitos químicos, com possibilidades à alfabetização científica e tecnológica dos estudantes através da correlação dos conteúdos da disciplina com a conjuntura tecnocientífica que caracteriza a sociedade contemporânea.

Diante dessa perspectiva, consideramos importante esclarecer a amplitude das discussões sobre ACT.

1.2 O Processo de Alfabetização Científica e Tecnológica

De forma geral, até o final da década de 1960 o Ensino de Ciências estava centrado no ensino de Física, Química e Biologia e seu objetivo prioritário era a formação de engenheiros e cientistas (BOCHECO, 2011). Inúmeros estudos sobre concepções alternativas (DRIVER *et al.*, 1999) e sobre a percepção pública da ciência (JENKINS, 1999) realizados nos países do hemisfério norte evidenciavam os baixos índices de aprendizagem e interesse das pessoas pelas áreas das ciências, propiciados por esse tipo de ensino.

A concepção de uma educação científica voltada apenas para formar técnicos, engenheiros e cientistas passava a ser questionada e tinha início um movimento em

defesa de um modelo de ensino que apresentasse significado para o cidadão comum e superasse a visão puramente tecnicista.

Esses estudos passaram a ser mais contundentes nos Estados Unidos e na Europa já a partir de 1950, em pleno período do movimento científicista, e desde então “a temática tornou-se um grande *slogan*, surgindo um movimento mundial em defesa da educação científica” (SANTOS, 2007b, p. 474).

Apesar da maioria dos pesquisadores concordar que o propósito da ciência escolar é ajudar os estudantes a alcançar níveis mais altos de alfabetização científica (BYBEE, 1995; LORENZETTI, 2000, LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001), existindo um acordo significativo de sua importância para a vida cotidiana de qualquer indivíduo, antes mesmo de começarmos a discutir o conceito de ACT, acreditamos ser necessário tecer alguns comentários referentes aos motivos da utilização, neste trabalho, do termo “alfabetização”.

Alguns autores brasileiros propõem uma distinção entre as expressões alfabetização e letramento, argumentando que seria adequado utilizar uma versão para o português da palavra da língua inglesa *literacy* e que nesse caso, como argumentam Santos e Mortimer (2001, p. 96), “letramento científico e tecnológico seria a condição de quem não apenas reconhece a linguagem científica e tecnológica, mas cultiva e exerce práticas sociais que usam tal linguagem.”

Segundo Sasseron e Carvalho (2008), outros autores que usam a mesma expressão justificam sua escolha apoiando-se no significado do termo defendido por duas grandes pesquisadoras da Linguística: Soares (1998) e Kleiman (1995). Soares (1998) define letramento como o “resultado da ação de ensinar ou aprender a ler e escrever: estado ou condição que adquire um grupo social ou um indivíduo como consequência de ter-se apropriado da escrita” (SOARES, 1998, p.18); enquanto Kleiman (1995), ao ressaltar a complexidade do conceito, adota sua definição como sendo o “conjunto de práticas sociais que usam a escrita enquanto sistema simbólico e enquanto tecnologia, em contextos específicos para objetivos específicos” (KLEIMAN, p.19). Assim, segundo as autoras, um indivíduo alfabetizado não se torna um indivíduo letrado se a leitura e a escrita se restringirem apenas a uma função técnica.

No entanto, neste estudo será mantido o termo “Alfabetização Científica e Tecnológica” amparados no conceito de alfabetização concebido por Paulo Freire, no qual aponta para a necessidade do uso consciente das ferramentas da leitura e da escrita para caracterizar um cidadão alfabetizado. Segundo Freire (1980),

[...] a alfabetização é mais do que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio dessas técnicas, em termos conscientes. É entender o que se lê e escrever o

que se entende. [...] Implica, não uma memorização visual e mecânica de sentenças, de palavras, de sílabas, desgarradas de um universo existencial — coisas mortas ou semimortas — mas numa atitude de criação e recriação. Implica numa autoformação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto (FREIRE, 1980, p.111).

Nesta perspectiva, alfabetizar possui um significado mais abrangente do que a mera aquisição da escrita e leitura, englobando a ideia de letramento e indo além do domínio do código escrito, constituindo-se em um instrumento indispensável para auxiliar na construção de uma consciência mais crítica da realidade.

Explicitada nossa opção pelo termo alfabetização, ainda faz-se necessário destacar que assim como as divergências em relação à denominação empregada, a alfabetização científica também abrange uma gama muito ampla de significados e são muitos os objetivos que a norteiam. Segundo Aikenhead (1997), isso se justifica pelo fato da educação científica ser um conceito amplo que depende do contexto histórico no qual ela é proposta, bem como de pressupostos ideológicos e filosóficos que a norteiam.

Em artigo de revisão sobre a alfabetização científica, Laugksch (2000) identificou vários fatores que influenciam interpretações do significado da educação científica. Para o autor, tais fatores incluem o envolvimento de diferentes grupos sociais preocupados com a alfabetização científica, diferentes definições conceituais do termo, diferentes propósitos para essa educação, assim como as diferentes estratégias utilizadas para mensuração do nível de alfabetização das pessoas sobre ciência.

Milaré, Richetti e Pinho Alves (2009) argumentam que a alfabetização científica envolve uma perspectiva diferenciada sobre o Ensino de Ciências defendida por diversos professores e pesquisadores em diferentes países como um processo necessário para que todos tenham um mínimo de conhecimentos científicos necessários ao exercício da cidadania. Para os autores, este novo discurso é decorrente de investigações que têm sua origem no campo da Didática das Ciências e que objetivam direcionar a educação científica como parte de uma educação básica a todos os estudantes. Esta concepção visa superar a prática tradicional, caracterizada por um modelo dogmático, centrado em verdades, baseado na reprodução de conceitos estanques e distantes da realidade dos estudantes, voltado unicamente para a formação de especialistas.

Nessa perspectiva, o processo de alfabetização científica implica necessariamente em um Ensino de Ciências contextualizado e pautado pelo argumento da busca de uma participação democrática na sociedade (FOUREZ *et al.*,

1997; LAUGKSCH, 2000; LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001; AULER, 2003). No entanto, para que isso se concretize é preciso que esse processo atinja determinados objetivos.

Considerando a necessidade de abarcar os múltiplos significados atribuídos à alfabetização científica, Shen (1975) propõe a sua classificação em três categorias: *alfabetização científica prática, alfabetização científica cívica e alfabetização científica cultural*.

A *alfabetização científica prática* representa a aquisição de conhecimento científico e técnico que pode ser imediatamente usado para ajudar a melhorar a vida das pessoas. Como a maioria das necessidades humanas básicas são alimento, saúde e moradia, esta categoria relaciona-se aos conhecimentos associados a essas necessidades.

O autor apresenta como exemplo o hábito em algumas cidades da África, Ásia e da América Latina de alimentar crianças com mamadeiras ao invés de amamentá-las, a despeito das inúmeras vantagens nutritivas do leite materno. Este hábito, associado ao fato de que muitas vezes a água utilizada para preparar o leite se encontrar contaminada, aumenta a taxa de mortalidade infantil nessas regiões. Desse modo, “a disponibilidade de algumas informações científicas essenciais pode representar a diferença entre saúde e doença, vida e morte.” (SHEN, 1975, p. 265 – tradução nossa).

Shen (1975) também destaca que a falta de informações científicas básicas não é exclusividade dos países em desenvolvimento. Mesmo em locais onde as condições econômicas são melhores, as pessoas, em geral carecem de informações indispensáveis para uma melhoria na sua qualidade de vida. Isso reflete, por exemplo, na capacidade de escolher entre um alimento produzido através da agricultura convencional ou de um produto orgânico, de reconhecer os riscos de misturar determinados produtos de limpeza ou os perigos da automedicação.

Assim, a alfabetização científica prática configura-se como uma necessidade de todos os cidadãos, independentemente de sua condição econômica ou social, e suprir esta necessidade requer um esforço conjunto de toda a sociedade. Para Shen (1975):

As organizações nacionais e internacionais, governamentais e não-governamentais, deveriam assumir os papéis principais no projeto, implementação e avaliação nos programas de alfabetização científica prática. A tarefa será árdua. Tradições prejudiciais precisam ser afastadas, superstições dissipadas e interesses individuais precisam ser superados. A oportunidade para participar não deve ser fornecida somente para os cientistas, mas também para o público leigo,

incluindo especialistas em educação comunitária e comunicação de massas. A alfabetização científica prática é importante demais para ser deixada apenas para os cientistas (SHEN, 1975, p. 266 – tradução nossa).

Em relação à *alfabetização científica cívica*, o autor esclarece que o objetivo dessa categoria de alfabetização científica seria o de permitir que os cidadãos se tornem conscientes de questões públicas relacionadas à ciência e ao desenvolvimento científico, para que deste modo, participem ativamente dos processos democráticos envolvendo ciência e tecnologia.

O autor destaca que, apesar da enorme quantidade de recurso financeiro público investido em ciência e tecnologia, as pessoas relutam em participar das decisões relativas a estes gastos por não possuírem os conhecimentos necessários para opinar sobre esses assuntos.

Shen (1975) argumenta que para solucionar esta limitação e adquirir um mínimo de alfabetização científica cívica, pelo menos duas atitudes precisam ser tomadas:

a) “o público deve ser muito mais exposto à ciência do que é atualmente.” (SHEN, 1975, p. 267 – tradução nossa). As notícias científicas nos meios de comunicação deveriam aumentar, tanto em qualidade quanto em quantidade, para ajudar na familiarização do cidadão comum com os conceitos próprios das ciências. E, também se faz necessário repensar o Ensino de Ciências, em todos os níveis de ensino, com vistas a criar uma consciência permanente das implicações sociais do conhecimento científico.

b) “a complexidade inerente aos assuntos científicos de utilidade pública deve ser analisada por especialistas em uma linguagem clara para o cidadão comum.” (SHEN, 1975, p. 267 – tradução nossa). Desta forma, além de auxiliar um legislador a separar os aspectos políticos dos aspectos técnicos quando decide sobre um assunto científico ao formular uma lei, também ajuda as pessoas a posicionarem-se em relação a questões científicas socialmente relevantes.

O autor enfatiza que o processo de alfabetização científica cívica é muito mais complexo e demorado do que o de alfabetização científica prática.

A última categoria proposta por Shen (1975), a *alfabetização científica cultural* é aquela motivada pelo desejo de conhecer algo sobre a ciência como uma grande conquista humana. Para este autor:

Quando um estudante ingressa em um curso de Física para não-cientistas, quando um artista lê um artigo sobre DNA em uma revista

ou quando um advogado assiste a um programa de televisão sobre a Nebulosa do Caranguejo, eles estão empenhados em aumentar sua alfabetização científica cultural. Eles fazem isso com o mesmo espírito em que um estudante de ciências estuda história antiga, um engenheiro lê poesia ou um médico encanta-se com uma tragédia grega (SHEN, 1975, p. 267– tradução nossa).

Percebe-se que esta categoria não envolve a resolução de situações práticas diretamente, mas auxilia a estreitar os laços da ciência com a cultura humanística. Contudo, apesar de não possuir objetivos utilitários, a alfabetização científica cultural pode ser determinante para auxiliar a diminuição de superstições e crenças que permeiam a sociedade, bem como incentivar as pessoas a refletir sobre a história e a filosofia da ciência.

As categorias propostas por Shen em 1975 influenciaram e ainda influenciam pesquisas sobre a alfabetização científica, sendo revistas e ampliadas por vários autores do Ensino de Ciências.

Fourez *et al.* (1997) e Henriksen e Froyland (2000) *apud* Vogt e Polino (2003), elegeram através de suas releituras, além das finalidades prática, cívica e cultural, a categoria profissional ou econômica como uma das dimensões da alfabetização científica. Para os autores, a *alfabetização profissional ou econômica* engloba conhecimentos específicos, de pouca aplicabilidade cotidiana e que, por outro lado, são importantes para determinadas áreas profissionais e para o setor produtivo.

A partir de uma análise das categorias apresentadas e dos objetivos de um ensino voltado para a alfabetização científica, Milaré, Richetti e Pinho Alves (2009), destacam que são pontos centrais dessa perspectiva:

- a) As pessoas em geral devem possuir um mínimo de conhecimento científico;
- b) O ensino de Ciências deve ser diferente do ensino propedêutico, centrado em conteúdos que se encerram em si mesmos;
- c) Aspectos sociais e culturais devem ser considerados no Ensino (MILARÉ, RICHETTI; PINHO ALVES, 2009, p. 167).

Já Norris e Philips (2003) identificam onze objetivos a serem alcançados pela alfabetização científica: a) conhecimento do conteúdo científico e habilidade em distinguir ciência de não-ciência; b) compreensão da ciência e de suas aplicações; c) conhecimento do que vem a ser ciência; d) independência no aprendizado de ciência; e) capacidade de pensar cientificamente; f) habilidade de usar conhecimento científico na solução de problemas; g) conhecimento necessário para participação inteligente

em questões sociais relativas à ciência; h) compreensão da natureza da ciência, incluindo as suas relações com a cultura; i) apreciação do conforto proporcionado pela ciência, incluindo curiosidade por ela; j) conhecimento dos riscos e benefícios da ciência; e k) habilidade para pensar criticamente sobre ciência e negociar com especialistas (NORRIS; PHILIPS, 2003, p. 225, tradução nossa).

Os cinco primeiros objetivos destacados pelos autores remetem a habilidades específicas relativas à atividade científica, enquanto os seis últimos destacam conhecimentos, habilidades e valores associados às funções prática, social e cultural do Ensino de Ciências.

Deste modo, independentemente dos argumentos utilizados para sustentar os posicionamentos dos diferentes autores, encontramos na literatura dois grandes grupos de categorias para a alfabetização científica: “um que incorpora as relativas à especificidade do conhecimento científico, e outro que abrange as categorias relativas à função social” (SANTOS, 2007b, p. 478).

No entanto, apesar de corroborar com os aspectos apresentados, quando objetivamos a formação de alfabetização científica e *tecnológica* não podemos esquecer do terceiro elemento da sigla, a tecnologia. Desse modo, é possível afirmar que promover a ACT envolve a promoção de alfabetização científica e também a promoção de alfabetização tecnológica.

Bocheco (2011, p. 23), argumenta que uma supervalorização da alfabetização científica em detrimento da alfabetização tecnológica acaba “emudecendo” a tecnologia e pode ocasionar três problemas educacionais: comprometer a alfabetização tecnológica, causar a impressão de que a ciência e a tecnologia possuem os mesmos questionamentos e reduzir a tecnologia ao status de ciência aplicada.

Nesse sentido, destacamos as considerações de Auler e Delizoicov (2001) a respeito do modo como a tecnologia se apresenta em processos de ACT. Para os autores existem duas perspectivas: uma reducionista e outra ampliada.

Na reducionista, existe a concepção de neutralidade da ciência e da tecnologia, gerando esta compreensão três mitos: o da superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, da perspectiva salvacionista da ciência e da tecnologia e do determinismo tecnológico. Nesta perspectiva, a tecnologia é encarada como um conhecimento neutro e superior, cujas decisões são tomadas apenas por especialistas e não há lugar para questionamentos ou participação social.

Os autores destacam a necessidade de superação desses mitos por meio da perspectiva ampliada de ACT, que busca a compreensão das interações entre a CTS, salientando que tanto o desenvolvimento científico quanto o desenvolvimento

tecnológico interferem nas estruturas sociais e que é preciso pesar o fato de que “nem a ciência e nem a tecnologia são alavancas para a mudança que afetam sempre, no melhor sentido, aquilo que transformam” (AULER; DELIZOICOV, 2001, p. 4).

Santos e Mortimer (2002, p. 9) também refutam uma concepção simplista de tecnologia e ressaltam que a educação tecnológica vai muito além de “preparar o cidadão para saber lidar com essa ou aquela ferramenta tecnológica ou desenvolver no aluno representações que o instrumentalize a absorver as novas tecnologias”. Para esses autores, é necessária a superação da noção meramente utilitária da tecnologia que vem sendo propagada e é essencial que haja uma discussão em torno dos valores envolvidos nos processos decisórios relacionados ao contexto sociotecnológico.

Corroborando com esse ponto de vista, Santos (2007b) enfatiza que, apesar de iniciativas pontuais, a educação tecnológica não tem sido adequadamente contemplada nas disciplinas científicas da Educação Básica no Brasil e, quando ocorre, em geral se restringe ao conhecimento de princípios de funcionamento de determinados aparatos tecnológicos. O autor também concorda com as considerações de Auler e Delizoicov (2001) e destaca que atribuir a importância devida à tecnologia não implica em aceitá-la como conhecimento superior, cujas decisões são restritas a um grupo de especialistas. Ao contrário, o que se espera é que o cidadão possa participar das decisões democráticas sobre ciência e tecnologia e questionar a ideologia dominante do desenvolvimento tecnológico.

Para isso, é esperado que o estudante consiga fazer relações entre os conhecimentos científicos e tecnológicos para além da sala de aula, buscando compreender a dimensão social da ciência e da tecnologia tanto do ponto de vista da influência da sociedade em seu desenvolvimento, como também das consequências sociais deste desenvolvimento (VIEIRA; MARTINS, 2009).

Pensar, então, em um Ensino de Ciências que oportunize ACT implica, inevitavelmente, em um ensino que contemple tanto a natureza da ciência e a natureza da tecnologia, quanto seus desdobramentos sociais e imbricamentos. Nessa perspectiva, propostas curriculares com ênfase nas inter-relações CTS surgem como alternativas promissoras, ao evidenciar como os contextos sociocultural e ambiental influenciam e são influenciados pela ciência e pela tecnologia.

Para Garcia, Cerezo e Luján (1996), trabalhar os conteúdos científicos segundo a perspectiva CTS significa ensinar os conteúdos no contexto autêntico do seu meio tecnológico e social, no qual os estudantes integram o conhecimento científico com a tecnologia e o mundo social de suas experiências cotidianas. Uma proposta curricular envolvendo as relações CTS corresponde, assim, a uma integração entre educação

científica, tecnológica e social, em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos (SANTOS; AMARAL; MACIEL, 2012).

Desse modo, a seguir, pretendemos discutir como articular os propósitos de uma educação voltada para o desenvolvimento de ACT com uma proposta de ensino que apresenta como foco as interações CTS. Com este intuito, faz-se necessário analisar a origem das discussões envolvendo a tríade CTS e seus desdobramentos no cenário educacional, em especial no Ensino de Ciências, configurando os próximos tópicos de discussão.

1.3 O Enfoque CTS e o Ensino de Ciências

No mundo contemporâneo, as atividades científicas e tecnológicas podem criar várias possibilidades de desenvolvimento, assim como também gerar problemas sociais e ambientais para o ser humano. Este contexto implica em um processo de educação científica que se proponha a discutir questões pertinentes ao papel da ciência e da tecnologia na sociedade (FIRME; AMARAL, 2008).

Entretanto, para compreendermos os diferentes sentidos atribuídos aos estudos envolvendo as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, torna-se necessário analisar a conjuntura histórica que originou o Movimento CTS. Assim, nessa seção buscamos elucidar aspectos que desencadearam as discussões para o surgimento dos estudos CTS nos países capitalistas do hemisfério norte e sua repercussão no contexto educacional brasileiro.

Pretendemos também, ao identificar os objetivos apresentados na literatura do Ensino de Ciências para as propostas de abordagem com Enfoque CTS, caracterizar os parâmetros de ACT que balizaram nossa pesquisa.

1.3.1 Origem do Movimento CTS

Na atual conjuntura dos estudos sobre as abordagens que contemplam as interações CTS, diversas publicações retratam, com diferentes ênfases, a gênese dessa sigla (AULER, 2002; SANTOS; MORTIMER, 2002; BOCHECO, 2011; STRIEDER, 2012). No entanto, convém destacar que os desdobramentos do Movimento CTS no cenário educacional, mais precisamente no cerne do Ensino de

Ciências, possuem vínculos com propostas de reformas curriculares imersas em novas concepções sociológicas e epistemológicas (BOCHECO, 2011).

Essas propostas de reformas têm origem em meados do século XX, quando foi crescendo um sentimento na sociedade dos países capitalistas do hemisfério norte de que o desenvolvimento econômico, científico e tecnológico não estavam conduzindo naturalmente a uma melhora na qualidade de vida (GARCIA; CEREZO; LUJÁN, 1996). Até então, prevalecia uma concepção essencialista em que se acreditava que o desenvolvimento científico-tecnológico gerava riqueza e, conseqüentemente, mais bem-estar social⁵ (BAZZO, 1998; BAZZO *et al.*, 2003; SILVEIRA, 2007).

Esse modelo linear de desenvolvimento começou a ser questionado, pois nem sempre os resultados das pesquisas em ciência e tecnologia se revertiam em avanços econômicos e sociais. Segundo Cerezo, Luján e Gordillo (2003), a degradação ambiental, os acidentes nucleares e a bomba atômica foram fatores determinantes para fomentar a crescente insegurança em relação aos caminhos da ciência e da tecnologia.

Associado a esse sentimento, os questionamentos sociais e políticos desencadeados pelas obras “*Silent Spring*” (1962) da bióloga Rachel Carson e “*A Estrutura das Revoluções Científicas*” (1962) do físico e historiador Thomas Kuhn se apresentaram como elementos de perturbação na crença de um modelo progressivo de desenvolvimento econômico, científico e tecnológico conduzindo a uma melhora na qualidade de vida do cidadão comum (GARCIA; CEREZO; LUJÁN, 1996).

Bazzo (1998) destaca que no período entre as décadas de 1960 e 1970 o desenvolvimento científico-tecnológico conseguiu passar de um extremo ao outro, deixando de ser a resposta para todos os males da humanidade e se mostrando como uma real ameaça à vida.

Sobre este aspecto, ressalta Linsingen (2003):

É num clima gerado pela guerra do Vietnã, pela guerra fria, pela difusão midiática das catástrofes ambientais e dos horrores provocados pelo aparato tecnológico de destruição posto a serviço da morte (napalm desfolhante, armas químicas e biológicas), dos efeitos da ampliação do poder destrutivo das armas nucleares revelados nos testes do Pacífico e nos desertos da América do Norte (e pelos esforços que levaram à assinatura do tratado de limitação de tais testes), dos movimentos ambientalistas e da contracultura que se iniciavam, e também da crítica acadêmica da tradição positivista da

⁵ A concepção tradicional/linear de progresso era de que o desenvolvimento científico (DC) gera desenvolvimento tecnológico (DT), que por sua vez, gera o desenvolvimento econômico (DE), culminando em desenvolvimento ou bem-estar social (DS): DC -> DT -> DE -> DS (AULER; DELIZOICOV, 2001).

filosofia e da sociologia da ciência, que se estabelecem as condições para uma nova forma de ver as interações entre ciência, tecnologia e sociedade (LINSINGEN, 2003, p. 2).

Com o intuito de compreender as relações entre a ciência e a tecnologia e seus desdobramentos políticos e sociais, começam a surgir alternativas, principalmente na Europa e nos Estados Unidos, através dos primeiros indícios do Movimento CTS (PINHEIRO, 2005).

Segundo Garcia, Cerezo e Luján (1996) a origem dos estudos CTS, pode ser dividida em duas tradições, a norte-americana e a europeia:

a) *tradição norte-americana*: apresentava um caráter mais social, da qual faziam parte grupos pacifistas, ativistas dos direitos humanos e que se preocupavam em como a tecnologia poderia influenciar a dinâmica social. Uma tradição marcada por questionamentos éticos, políticos e educacionais, que proporcionaram a fundação do *Greenpeace* e da *Environmental Protection Agency* – EPA (Agência de Proteção Ambiental dos EUA). Essa última, criada pelo governo norte-americano com o intuito de realizar avaliações sobre o impacto ambiental de projetos tecnológicos de responsabilidade federal.

b) *tradição europeia*: possuía como característica marcante uma tradição de investigação acadêmica, por cientistas, sociólogos, engenheiros e humanistas, que possuíam um interesse maior em investigar as influências da sociedade sobre o desenvolvimento científico tecnológico.

Segundo Pinheiro (2005), a tradição de origem norte-americana centrava-se mais nas consequências sociais e ambientais que o desenvolvimento científico-tecnológico pode causar, enquanto que a tradição europeia colocava ênfase na ciência como processo, buscando explicações para a origem das teorias científicas, questionando a natureza do conhecimento científico e enfatizando a dimensão social anterior ao desenvolvimento científico-tecnológico.

O Quadro 1 sintetiza as principais diferenças entre as duas tradições CTS.

Tradição europeia	Tradição americana
Institucionalização acadêmica na Europa (em suas origens)	Institucionalização administrativa e acadêmica nos Estados Unidos (em suas origens)
Ênfase nos fatores sociais antecedentes	Ênfase nas consequências sociais
Atenção à ciência e, secundariamente, à Tecnologia	Atenção à tecnologia e, secundariamente, à ciência
Caráter teórico e descritivo	Caráter prático e valorativo
Marco explicativo: ciências sociais (sociologia, psicologia, antropologia etc.)	Marco avaliativo: ética, teoria da educação etc.

QUADRO 1- TRADIÇÕES CTS EUROPÉIA E AMERICANA

FONTE: Garcia, Cerezo e Luján (1996, p.69)

Porém, Alvarez (2001) *apud* Auler (2002) argumenta que há a necessidade de reinterpretar e recriar as tradições dos estudos das relações CTS, pois considera que esta polarização exerce grande influência nos estudos contemporâneos de CTS e inibe a presença de outras tradições.

Sobre este aspecto, Dagnino (2008) exemplifica que na América Latina, mais especificamente na Argentina, já entre as décadas 1960 e 1970, um conjunto de professores universitários, pesquisadores das áreas de ciências naturais e exatas, mobilizaram-se em busca do que denominaram de um “projeto nacional” que contemplasse os desafios relativos à ciência e à tecnologia. Esse movimento dos pesquisadores argentinos culminou no nascimento do Pensamento Latino-Americano de Ciência-Tecnologia-Sociedade⁶ (PLACTS), vertente que se insere, de certa forma, assim como as duas tradições do hemisfério norte, como um dos precursores das discussões sobre as relações CTS (DAGNINO, 2008).

No mesmo sentido, Garcia, Cerezo e Luján (1996) destacam que muito embora tenha sido importante no início das discussões a divisão nas tradições norte-americana e europeia, a mesma está superada e não constitui um problema. Os autores argumentam que ambas se complementam e coincidem ao explicitar a dimensão social da ciência e da tecnologia, opondo a visão anacrônica sobre a natureza da ciência como forma autônoma de conhecimento e da tecnologia como ciência aplicada, contribuindo para desmistificar suas imagens tradicionais.

⁶ Em sua essência, o PLACTS defendia que as inovações tecnológicas não são socialmente neutras e que os fatores econômicos, políticos e sociais implicam no desenvolvimento de determinadas soluções em detrimento de outras. Nesse sentido, o PLACTS também chamava a atenção para o fato de que a festejada importação de tecnologia que se fazia à época, de forma acrítica, trazia, nos artefatos, uma série de características culturais, muitas vezes estranhas às culturas locais (HERRERA, 1995).

Cerezo (2002) também defende que não há mais sentido em polarizar as discussões CTS em torno de duas tradições distintas e, atualmente, os estudos CTS constituem uma vasta diversidade de programas de colaboração multidisciplinar que, ao enfatizar a dimensão social da ciência e da tecnologia, compartilham três aspectos: “a rejeição da imagem da ciência como atividade pura; a crítica da concepção da tecnologia como ciência aplicada e neutra; e a condenação da tecnocracia” (CEREZO, 2002, p.9).

O autor aponta que os estudos e programas CTS, desde seu início, vêm se desenvolvendo em três grandes direções: no campo da pesquisa, no campo da política pública e no campo da educação. Segundo esse autor:

1) No campo da pesquisa, os estudos CTS foram se adiantando como uma alternativa à reflexão tradicional em filosofia e sociologia da ciência, promovendo uma nova visão não essencialista e contextualizada da atividade científica como processo social.

2) No campo das políticas públicas, os estudos CTS têm defendido a regulamentação pública da ciência e tecnologia, promovendo a criação de diversos mecanismos democráticos que facilitem a abertura dos processos de tomada de decisão em questões concernentes a políticas científico-tecnológicas.

3) No campo da educação, esta nova imagem da ciência e da tecnologia na sociedade se cristaliza no aparecimento, em numerosos países, de programas e materiais CTS em ensino secundário e universitário (CEREZO, 2002, p. 9 -10).

Para Auler (2002) é fundamental considerar que, apesar das direções apontadas por Cerezo (2002) não se confundirem, os três campos de investigação estão relacionados e influenciam-se mutuamente. As relações e imbricamentos dos elementos da sigla CTS dão origem a uma série de recortes e entendimentos que perpassam diferentes campos do conhecimento e refletem em diversas áreas. Desse modo, os avanços em cada um dos campos contribuem para as discussões nos demais.

A seguir, concentraremos nossa análise nos desdobramentos dos estudos CTS no contexto educacional, por ser o foco da presente pesquisa.

1.3.2 O Movimento CTS e a Educação

Segundo Waks (1990), os crescentes problemas ambientais, as questões éticas relacionadas a aplicações da ciência e da tecnologia, a qualidade de vida na sociedade industrializada, a necessidade de participação popular efetiva nas decisões

públicas e o crescente temor em relação aos excessos tecnológicos propiciaram as condições necessárias para o surgimento de propostas de ensino CTS. Da mesma forma, de acordo com Santos e Mortimer (2002), os estudos na área da epistemologia da ciência, que incorporam questões relativas aos aspectos econômicos e políticos da ciência, também contribuíram para o aparecimento dessa ênfase.

Aikenhead (2003) destaca que Jim Galegher, em 1971, e Paul Hurd, em 1975, estão dentre os primeiros a defender a necessidade de um ensino voltado para as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. De acordo com o mesmo autor, no final da década de 1970 e início de 1980 havia um consenso entre os educadores em ciências sobre a necessidade de um ensino que contemplasse essas relações, porém ainda existia uma grande variedade de pontos de vista e não havia unanimidade sobre a designação deste movimento.

Para Souza Cruz e Zylbersztajn (2001), o elevado grau de insatisfação com relação ao Ensino de Ciências tradicional e o interesse do meio acadêmico por reformas curriculares nessa área ganham força após a emissão do relatório *Project Synthesis*, em 1977. Esse projeto tinha como objetivo traçar um panorama do Ensino de Ciências nos Estados Unidos através de uma série de entrevistas com professores e diretores de escolas, observações em sala, análise de artigos em periódicos especializados e livros didáticos. O relatório pretendia justificar a inclusão de ciências em escolas em torno de quatro grupos de metas:

- 1) Ciência para necessidade pessoal: A educação científica deveria formar indivíduos capazes de usar a ciência para melhorar sua própria vida e para acompanhar o crescimento da tecnologia no mundo;
- 2) Ciência para resolver questões sociais: A educação científica deveria produzir cidadãos informados e preparados para tratar responsavelmente problemas relacionando ciências e questões sociais;
- 3) Ciência para ajudar na escolha de carreira: A educação científica deveria dar a todos os estudantes consciência da natureza e da variedade de carreiras relacionadas com ciência e tecnologia. Tais carreiras podem atender diferentes aptidões e interesses;
- 4) Ciência para formar cientistas: a educação científica poderia preparar os estudantes para a carreira acadêmica (SOUZA CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2001, p. 178).

O relatório concluiu que a ciência ensinada nas escolas norte-americanas não acolhia os três primeiros grupos de metas e, portanto, auxiliava apenas a formação de cientistas. Após esta constatação, sugeriu-se um ensino que enfocasse as relações

entre ciência, tecnologia e sociedade como a melhor solução para esta lacuna (SOUZA CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2001).

Conclusões como as do “*Project Synthesis*” e de outros estudos realizados por diversos pesquisadores evidenciavam a precária formação científica e tecnológica dos tradicionais currículos de Ensino de Ciências de países industrializados como os EUA e a Inglaterra frente ao agravamento de problemas ambientais, questões éticas, qualidade de vida da sociedade industrializada e anseio de uma maior participação popular nas decisões públicas (BOCHECO, 2011).

Havia um terreno propício para mudanças nos rumos do Ensino de Ciências e a escolha do lema CTS foi decidida em uma reunião durante o simpósio da IOSTE (*International Organization for Science and Technology Education*) de 1982, com a presença de educadores em ciências da Austrália, Canadá, Itália, Holanda e Inglaterra. A maior influência para essa escolha foi o livro de John Ziman (1980), *Teaching and learning about science and society*. Ziman refere-se constantemente à STS (Science–Technology–Society) (AIKENHEAD, 2003).

Nos anos seguintes, intensificam-se em diversos países pesquisas relacionadas à temática CTS. Para Santos (2008), destaca-se a publicação de vários artigos científicos em periódicos do Ensino de Ciências – alguns destes se dedicaram exclusivamente à discussão dessa temática –, além da publicação de livros sobre o assunto (SOLOMON, 1993; YAGER, 1993; SOLOMON; AIKENHEAD, 1994).

Na América Latina, a origem do Movimento CTS se encontra na reflexão da ciência e da tecnologia como competência das políticas públicas. O pensamento latino-americano sobre esta perspectiva nasce no final dos anos 1960 como crítica à situação da ciência e da tecnologia e de alguns aspectos da política estatal (VACCAREZZA, 1998).

Especificamente no Brasil, os currículos de ciências começaram a incorporar as discussões CTS no final da década de 1980, quando passou a ser reivindicado um Ensino de Ciências que atendesse as relações científico-tecnológicas do mundo contemporâneo e promovesse a consolidação da democracia (STRIEDER, 2008). Segundo Krasilchick (1987), a crise econômica, a busca por industrialização, informatização e desenvolvimento, associadas ao momento de transição política pelo qual o país passava contribuíram para que essas discussões fossem introduzidas no país.

Apesar disso, de acordo com Santos (2008), foi só a partir da década de 1990 que começam a surgir pesquisas em Programas de Pós-Graduação envolvendo a temática CTS no Ensino de Ciências. O autor destaca os trabalhos de Santos (1992), Trivelato (1993), Amorim (1995), Cruz (2001), Auler (2002) e Koepsel (2003).

Em 1990 é organizada pelo Ministério da Educação em Brasília, a “*Conferência Internacional sobre Ensino de Ciências para o século XXI: ACT – Alfabetização em Ciência e Tecnologia*”, na qual foram apresentados vários trabalhos do movimento internacional de CTS no Ensino de Ciências, considerada um momento histórico para a difusão das discussões sobre abordagens CTS (SANTOS, 2008).

Quanto aos documentos oficiais, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o ensino fundamental mencionam o currículo CTS no item do histórico do Ensino de Ciências e suas tendências:

No ensino de Ciências Naturais, a tendência conhecida desde os anos 80 como ‘Ciência, Tecnologia e Sociedade’ (CTS), que já se esboçara anteriormente e que é importante até os dias de hoje, é uma resposta àquela problemática. No âmbito da pedagogia geral, as discussões sobre as relações entre educação e sociedade se associaram a tendências progressistas, que no Brasil se organizaram em correntes importantes que influenciaram o ensino de Ciências Naturais, em paralelo à CTS, enfatizando conteúdos socialmente relevantes e processos de discussão coletiva de temas e problemas de significado e importância reais. Questionou-se tanto a abordagem quanto a organização dos conteúdos, identificando-se a necessidade de um ensino que integrasse os diferentes conteúdos, com um caráter também interdisciplinar, o que tem representado importante desafio para a didática da área (BRASIL, 1998, p.20-21).

Em relação ao Ensino Médio, nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 1999) e PCN + Ensino Médio (BRASIL, 2002), há uma clara proposição curricular com Enfoque CTS, que surge com a denominação de contextualização (SANTOS, 2007b), em que se explicita a inclusão de propostas que englobem as inter-relações entre ciência e tecnologia, com várias recomendações de competências que as inserem em um processo histórico, social e cultural, assim como a discussão de aspectos práticos e éticos da ciência no mundo contemporâneo. Conforme destacado a seguir:

Os objetivos do Ensino Médio em cada área do conhecimento devem envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo. [...] Um Ensino Médio concebido para a universalização da Educação Básica precisa desenvolver o saber matemático, científico e tecnológico como condição de cidadania e não como prerrogativa de especialistas. O aprendizado não deve ser centrado na interação individual de alunos com materiais instrucionais, nem se resumir à exposição de alunos ao discurso professoral, mas se realizar pela

participação ativa de cada um e do coletivo educacional numa prática de elaboração cultural. É na proposta de condução de cada disciplina e no tratamento interdisciplinar de diversos temas que esse caráter ativo e coletivo do aprendizado afirmar-se-á (BRASIL, 1999, p. 6-7).

Além das recomendações dos documentos oficiais, com o aumento da produtividade acadêmica ligada ao enfoque CTS, a partir do início deste século começam a ser publicados estudos do “estado da arte”, a fim de mapear e discutir o teor de publicações ligadas à sigla em eventos científicos e periódicos da área (MEZALIRA, 2008; SUTIL *et al.*, 2008; STRIEDER, 2012; ABREU; FERNANDES; MARTINS, 2013).

Estas pesquisas de levantamento da produtividade acadêmica da área CTS procuram apontar os caminhos pelo qual o movimento tem se desenvolvido no cenário educacional brasileiro. Percorrer este caminho auxilia a identificar a diversidade de ideias e posicionamento vinculados aos estudos CTS, configurando-se assim em importantes ferramentas para a construção de novas propostas.

Com a mesma intencionalidade pretendemos a seguir analisar os referenciais que nos levaram à seleção dos critérios utilizados para fundamentar nossa proposta de abordagem CTS.

1.3.3 A Alfabetização Científica e Tecnológica e o Enfoque CTS

Desde os primeiros passos do Enfoque CTS, vêm sendo elaboradas, desenvolvidas e avaliadas várias propostas de ensino que possuem como referência as relações CTS.

No entanto, Auler (2002) em uma revisão bibliográfica, verificou que não havia um consenso quanto aos objetivos, conteúdos, alcance e modalidades de implementação desse movimento no campo educacional. Segundo esse autor:

O enfoque CTS abarca desde a ideia de contemplar interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade apenas como fator de motivação no ensino de ciências, até aquelas que postulam, como fator essencial desse enfoque, a compreensão dessas interações, a qual, levada ao extremo em alguns desses projetos, faz com que o conhecimento científico desempenhe um papel secundário (AULER, 2002, p. 31).

Essa diversidade pode ser verificada, por exemplo, através das diferentes designações que o enfoque tem recebido. Dentre as quais merece destaque a CTSA

(Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente), que vem sendo usada para evidenciar a dimensão ambiental nos componentes da sigla.

Para alguns, essa incorporação da letra “A” na sigla é desnecessária, uma vez que as consequências ambientais sempre estiveram presentes nas relações CTS (Santos, 2007a). No entanto, Vilches, Gil Pérez e Praia (2011) ressaltam que aqueles que promovem a expressão CTSA não negam que a “A” não esteja contida em CTS, mas pretendem com sua utilização que haja uma maior ênfase às questões ambientais quando se incorporam as relações CTS.

Segundo Abreu, Fernandes e Martins (2013, p. 20), este é “um debate atual dentro do campo e ainda não há consensos estabelecidos com relação à natureza dessas duas abordagens no sentido delas serem excludentes ou não entre si”. Os autores também destacam que se no campo teórico a diferenciação reside na incorporação da dimensão ambiental, no campo da pesquisa as abordagens ainda são muito semelhantes.

No presente trabalho optamos por manter a designação CTS, por defendermos um Estilo de Pensamento Crítico Transformador⁷, através da qual os elementos sociais e naturais são indissociáveis e interdependentes, apresentando relações dinâmicas e interativas. Os seres humanos encontram-se integrados à natureza e os problemas ambientais precisam ser encarados por todas as pessoas de maneira crítica, ética e democrática em suas múltiplas dimensões (naturais, históricas, culturais, sociais, econômicas e políticas) (LORENZETTI, 2008). Ou seja, esse Estilo de Pensamento engloba as relações e inter-relações entre o meio ambiente e a sociedade sem dissociá-los.

Segundo essa perspectiva, defendemos que não há necessidade de enfatizar ou adicionar uma nova letra aos demais componentes da sigla CTS, pois uma abordagem que se proponha a superar a simples conscientização em relação aos problemas ambientais e buscar alternativas para formar cidadãos empenhados em agir para melhorar seu relacionamento com o mundo, ao contemplar as discussões entre as inter-relações da ciência, da tecnologia e da sociedade, invariavelmente incorpora uma vertente ambiental.

Entretanto, assim como em relação à designação, a literatura expressa diferentes formas de conceber as propostas de implementação do Enfoque CTS em

⁷ Lorenzetti (2008) utilizando como base a epistemologia de Ludwig Fleck analisou dissertações e teses que abordavam as práticas de educação ambiental desenvolvidas no cotidiano escolar, identificando dois Estilos de Pensamento: o Ecológico e o Crítico Transformador. No Estilo de Pensamento Crítico Transformador, o meio ambiente é formado pela interação e inter-relação dos componentes físicos e biológicos, do meio social, cultural, econômico e político.

sala de aula nos diferentes níveis de ensino. Santos (2001) destaca que as reformas dos currículos de ciências têm dado origem a configurações que incluem, em maior ou menor extensão, um grande número de modalidades CTS. No tocante a presente pesquisa, o interesse está voltado para propostas passíveis de serem desenvolvidas no Ensino Médio.

Nesse sentido, Walks (1990) e Medina e Sanmartín (1990) afirmam que as experiências que têm sido desenvolvidas com abordagens com Enfoque CTS no ensino secundário podem ser classificadas, em geral, em três grandes grupos: introdução de CTS nos conteúdos das disciplinas de ciências (enxerto CTS); a ciência vista por meio de CTS; e CTS puro.

O primeiro grupo engloba o enxerto CTS, que consiste em introduzir temas CTS nas disciplinas de ciências do currículo tradicional, possibilitando discussões e questionamentos do que seja ciência e tecnologia e as suas relações com a sociedade.

O segundo grupo refere-se à ciência e tecnologia por meio de CTS que, nesse caso, segundo Silveira (2007, p. 96), “a ciência e a tecnologia são ensinadas através de CTS, com orientação CTS, o que significa estruturar os conteúdos científicos segundo as coordenadas CTS”. Esta estruturação pode ser realizada por meio de disciplinas isoladas ou mediante uma abordagem multidisciplinar.

O terceiro grupo caracteriza-se por um complemento curricular, introduzindo o CTS como matéria pura e na qual o conteúdo científico tem papel subordinado (PINHEIRO, 2005).

As classificações apresentadas são bastante abrangentes e a escolha de uma delas em detrimento a outra está condicionada ao significado atribuído a um ensino com orientação CTS. Por outro lado, Santos e Mortimer (2002) destacam que a despeito do entendimento daquilo que seria um Enfoque CTS, nem todas as propostas que vêm utilizando essa denominação estão centradas nas inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade, como seria razoável supor.

Constata-se através da análise de pesquisas em sala de aula, como as realizadas por Cruz e Zylberstajn (2001), Sepka (2004) e Julio (2010) que um dos obstáculos encontrados para implementação dessas abordagens é que, independentemente da ênfase dada à ciência ou à sociedade, as propostas têm concentrado suas discussões de forma a privilegiar apenas o desenvolvimento de conceitos científicos e o estabelecimento de debates político-filosóficos ligados a ciência e a sociedade, relegando a uma posição inferior o segundo elemento da tríade, a tecnologia.

Outro exemplo é a classificação proposta por Santos (2001) que, assim como Garcia *et al.* (1996), também distingue as abordagens CTS a partir de três categorias, mas as organiza a partir da importância atribuída a cada um dos elementos presentes na sigla CTS: aquelas que apresentam a ciência como primeira referência (CTS), aquelas que apresentam a tecnologia como primeira referência (CTS) e aquelas que apresentam a sociedade como primeira referência (CTS). As categorias, como explicitadas pela autora, são descritas a seguir.

Abordagem CTS: essas tendências são direcionadas para a renovação da ciência existente nos currículos. Enfocam os conceitos científicos explicitando sua relevância para a tecnologia e para a sociedade, valorizando aspectos da história e filosofia da ciência, bem como, tópicos com utilidade social e valor humanístico. A finalidade principal dessa perspectiva é a melhoria da aprendizagem científica e, apesar de favorecer o desenvolvimento de uma “consciência tecnológica” ao oportunizar reflexões sobre as implicações sociais, pessoais, morais, econômicas e ambientais dos avanços tecnológicos, a tecnologia é normalmente apresentada como ciência aplicada. Sobre esse aspecto a autora destaca que:

De facto, há programas de ciências que se reclamam de CTS, mas em que a relação ciência/tecnologia ainda é muito afastada. A tecnologia continua a aparecer por acréscimo – apenas como um facilitador do entendimento das ciências. Assim, embora tais programas incorporem aplicações tecnológicas e ilustrações da ‘ciência em acção’, a sua estruturação continua a ter por base, quase exclusivamente, princípios e conceitos científicos. As achegas tecnológicas incorporadas são pontuais e servem, apenas, para ilustrar aplicações das ciências em situações capazes de despoletar o interesse dos alunos (SANTOS, 2001, p. 57).

Abordagem CTS: segundo essa ênfase há uma valorização da tecnologia e sua utilidade prática para o desenvolvimento de conceitos científicos relacionados ao cotidiano. Para Santos (2001, p. 59), algumas propostas mais radicais defendem que “a tecnologia deve constituir a primeira referência nos currículos CTS, com base no argumento de que ela é o motor da ciência.” A autora destaca que essas tendências, em geral, têm como propósito capacitar o aluno para usar os conhecimentos tecnológicos de maneira relevante fora do sistema educativo e estabelecer relações com o trabalho. Como ponto negativo, salienta que ao supervalorizar a importância de artefatos ou dispositivos tecnológicos, pode criar uma falsa impressão de que existe uma dependência da ciência em relação à tecnologia.

Abordagem CTS: nesse caso, encontram-se as iniciativas relacionadas à ACT, na qual os alunos adquirem conhecimentos em ciência e tecnologia por meio da

discussão de questões sociais, culturais ou de valores. Para Santos (2001, p. 62), segundo essa perspectiva a ciência e a tecnologia são “meios para comprometer os jovens na solução dos graves problemas que hipotecam o futuro da humanidade e a aprendizagem conceitual fica estritamente dependente de situações sociais e de contextos.” Essas abordagens privilegiam a problemática sociocultural e objetivam preparar os alunos para exercer a cidadania em um contexto social impregnado de relações científico-tecnológicas. A autora ressalta que em propostas mais radicais ocorre uma supervalorização das questões envolvidas e os conceitos científicos são relegados a um segundo plano.

Verifica-se na classificação proposta por Santos (2001) que aspectos relacionados à ciência e à sociedade são enfatizados nas três categorias, não ocorrendo o mesmo em relação à tecnologia.

Na primeira categoria proposta, a ciência é apresentada com seus vínculos sociais e humanísticos, enquanto a tecnologia é reduzida ao *status* de ciência é vista unicamente através dos aspectos práticos relacionados às técnicas de manipulação dos aparatos tecnológicos ou como pano de fundo para discutir a relação entre os conhecimentos científicos e o contexto social dos estudantes.

Por fim, na terceira, na qual ocorre a sinalização de preocupação com a ACT, a tecnologia é quase ignorada, podendo até mesmo ser encarada apenas como elemento problematizador para as questões sociais a partir de males ocasionados pelo desenvolvimento tecnológico.

Apesar de concordarmos com as ressalvas da autora de que o lema CTS abarca “uma vasta gama de tendências e de correspondentes modalidades curriculares” (SANTOS, 2001, p. 52) cada uma com sua devida importância, não há como negar que nas propostas de implementação de abordagens CTS, em geral, a tecnologia não é contemplada de maneira semelhante aos outros componentes da sigla.

Desse modo, na busca por uma concepção de ensino que tenha como objetivos garantir a integração de conhecimentos científicos e tecnológicos e sua relação com a sociedade, assim como contemplar uma visão mais ampla de tecnologia, distante de considerá-la como simples aplicação do conhecimento científico, encontramos correlação nos parâmetros de ACT sugeridos por Bocheco (2011).

Estes parâmetros objetivam a articulação dos pressupostos teóricos do Enfoque CTS com quatro categorias de alfabetização científica e três categorias de alfabetização tecnológica. Segundo Bocheco (2011, p. 21), “a notória lacuna existente entre a ciência escolar e a realidade de uma sociedade orientada científica e

tecnologicamente forçam um re-pensar a respeito do que é básico na educação científica e tecnológica”. E, tendo em mente que no contexto da educação básica o desafio da sala de aula é alfabetizar os alunos científica e tecnologicamente, identificamos a necessidade de um ensino que incorpore, além dos pressupostos de alfabetização científica, as múltiplas dimensões da educação tecnológica (natureza, linguagem, conceitos e aspectos sócio-tecnológicos).

A partir desta constatação, elegemos os parâmetros sugeridos por Bochecho (2011) como norteadores de nossa proposta de abordagem CTS e, a seguir, explicitamos suas principais características.

1.3.3.1 Parâmetros de Alfabetização Científica e Tecnológica

Os quatro parâmetros de alfabetização científica utilizados por Bochecho (2011) são a *alfabetização científica prática*, a *alfabetização científica cívica*, a *alfabetização científica cultural* e a *alfabetização científica profissional ou econômica*.

Enquanto a alfabetização científica prática envolve conhecimentos de utilidade imediata para situações cotidianas, a cívica engloba saberes úteis para processos de tomada de decisão em relação às implicações do conhecimento científico em situações individuais e coletivas.

Já a alfabetização científica cultural envolve conhecimentos que apesar de normalmente não apresentarem utilidade imediata, auxiliam em processos decisórios e modificam o modo como as pessoas encaram o conhecimento e a atividade científica. Por fim, a dimensão profissional de alfabetização científica busca aproximar os estudantes de conceitos científicos específicos associados a determinadas áreas profissionais. Visa especificamente motivar o interesse por áreas que necessitam de profissionais especializados.

A seguir, no Quadro 2, explicitamos os quatro parâmetros de alfabetização científica e também apresentamos indicativos de como abordá-los através de uma temática CTS.

Parâmetros	O que consiste?	Como abordar no evento ou tema CTS?
Alfabetização Científica Prática	Através do conhecimento científico, compreender fenômenos naturais, processos e o funcionamento de artefatos tecnológicos presentes no dia-dia.	Identificar conceitos científicos e elementos da linguagem científica que permitam aos estudantes representar e entender um fenômeno natural, um processo ou um artefato tecnológico.
Alfabetização Científica Cívica	Estimular os estudantes a lidarem com decisões, individuais e coletivas, relacionadas à saúde, meio ambiente e o bem-estar social.	Identificar pontos de conflito e discussão que permitam os estudantes contextualizarem socialmente os conceitos científicos, elementos da linguagem científica e aspectos sócios científicos.
Alfabetização Científica Cultural	Desencadear um ensino de ciências que leve em consideração os contextos histórico, filosófico e social dos conhecimentos científicos, bem como ficar atento a determinadas ressignificações populares de determinados conceitos científicos.	Identificar o contexto histórico de desenvolvimento ou evolução dos conceitos científicos e elementos da linguagem científica: ou seja, a oportunidade de proporcionar discussões filosóficas e sociológicas da Ciência.
Alfabetização Científica Profissional ou Econômica	Consiste em abordar conceitos científicos e elementos da linguagem científica mais específicos e complexos que não possuem tanta aplicabilidade no dia-dia, mas que possuem relevância em determinadas áreas profissionais e que por vezes se enquadram com o setor produtivo. A ideia é estimular o interesse dos estudantes pela área científica e tecnológica.	Identificar no evento ou tema conceitos científicos e elementos da linguagem científica, específicos e complexos com pouca aplicabilidade no dia-dia, mas importantes a uma área profissional ou do setor produtivo.

QUADRO 2- PARÂMETROS DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

FONTE: Bocheco (2011, p.131)

Percebemos através da análise do Quadro 2 que os parâmetros propostos por Bocheco (2011) possuem clara inspiração nas categorias de Shen (1975) e nas várias releituras realizadas desde sua proposição.

Segundo Bocheco (2011), a integração desses quatro parâmetros além de valorizar a dimensão tradicional do Ensino de Ciências através da discussão de conceitos, processos e fenômenos naturais, também engloba reflexões sobre a história e filosofia da ciência, a natureza do conhecimento científico e suas implicações sociais. Esta integração de saberes favorece uma formação mais abrangente, isenta de uma preocupação voltada unicamente para a formação de especialistas, sem, no entanto desconsiderá-la.

Visando a construção de uma proposta de ensino que abarque todas as dimensões de um processo de ACT, Bocheco (2011) propõe três outros parâmetros

inter-relacionados aos primeiros, estes associados à alfabetização tecnológica (QUADRO 3).

Parâmetros	O que consiste?	Como abordar no evento ou tema CTS?
Alfabetização Tecnológica Prática	Consiste em oportunizar aos estudantes a compreensão de conhecimentos tecnológicos imersos em aparatos tecnológicos do dia a dia.	Identificar elementos da linguagem tecnológica (termos técnicos, gráficos, histogramas, tabelas, símbolos de periculosidade), técnicas e habilidades de manuseio dos aparatos tecnológicos.
Alfabetização Tecnológica Cívica	Promover discussões acerca da sócio tecnologia. Basicamente contextualizar socialmente a atividade tecnológica.	Identificar potenciais de debates existentes 1) entre a tecnologia e as atividades econômica e industrial; 2) entre a tecnologia e as atitudes responsáveis de profissionais (engenheiros, tecnólogos), usuários e consumidores. Identificar potenciais de debates sobre os valores, códigos de ética, hábitos e crenças de progresso, tendências de estética e beleza que permeiam a atividade tecnológica. Identificar regulamentações, normas e padrões de qualidade tangentes a circulação de produtos tecnológicos.
Alfabetização Tecnológica Cultural	Consiste em discutir a respeito da natureza da tecnologia, suas implicações com a ciência e a sociedade.	Identificar potencial para problematizar a natureza da tecnologia e sua relação com a ciência e a sociedade. Enfim, identificar algum ponto do evento ou tema que permita abrir a seguinte pergunta: o que é Tecnologia? De forma que a mesma seja respondida com base em uma concepção de Tecnologia.

QUADRO 3- PARÂMETROS DE ALFABETIZAÇÃO TECNOLÓGICA

FONTE: Boheco (2011, p.134)

Da mesma forma que os parâmetros de alfabetização científica, a alfabetização tecnológica também ocorre por meio da interação entre suas subcategorias. Estas subcategorias objetivam focar a tecnologia tanto a partir da utilidade dos aparatos tecnológicos e das técnicas para seu manuseio, quanto a partir de reflexões sobre questões sociais, culturais e éticas relacionadas ao desenvolvimento tecnológico.

É importante destacar que a abordagem dos três parâmetros de alfabetização tecnológica e dos quatro parâmetros de alfabetização científica por meio dos conhecimentos a eles relacionados não deve ser entendida separadamente. De maneira alguma as categorias de ACT estão isoladas umas das outras e o desenvolvimento de cada uma delas terá implicações diretas nas demais.

Assim como a capacidade de compreender as implicações cotidianas de fenômenos naturais e a simbologia associada aos artefatos tecnológicos auxiliará um

profissional ligado à alguma carreira científica ou um cidadão quanto a sua responsabilidade social, estas últimas não serão satisfeitas de maneira cívica, caso não seja levado em consideração a subjetividade inerente ao processo de construção do conhecimento científico ou a influência da tecnologia em nosso modo de vida. Ou seja, a composição das categorias envolve tanto sua discussão individual quanto sua análise conjunta.

É esse conjunto, por meio de suas finalidades prática, cívica, cultural e profissional que proporciona a integração da ciência, da tecnologia e seus desdobramentos sociais. Integração que além de valorizar todos os aspectos da sigla, sem privilegiar ou ignorar nenhum de seus elementos, também ressalta as múltiplas dimensões de um ensino com orientação CTS.

Desse modo, defendemos que a articulação desses parâmetros com o Enfoque CTS oportuniza a construção de uma proposta de ensino que possibilita aos alunos uma compreensão mais abrangente das relações entre o conhecimento científico-tecnológico e a conjuntura social, bem como a percepção da importância de seu papel nesse contexto.

No entanto, antes de explicitar os detalhes da construção de nossa proposta de implementação (alvo do próximo capítulo), convém discutir o Enfoque CTS e seu potencial como promotor de ACT, especificamente em relação ao Ensino de Química.

1.4 O Enfoque CTS e o Ensino de Química

Aikenhead (1997) explica que o Movimento CTS surgiu em um contexto diferente do movimento de ACT. Enquanto o primeiro originou-se a partir de críticas ao modelo de desenvolvimento científico e tecnológico, o segundo nasceu por pressões sociais pelas mais diferentes razões, desde as econômicas até as práticas. Apesar disso, Santos (2007) destaca que tanto as abordagens CTS quanto os preceitos de ACT apresentam similaridades, quando enfatizam a função social do Ensino de Ciências.

Desse modo, quando se pretende articular uma proposta de ensino a partir de um Enfoque CTS como vistas a ACT, há que se ter em mente a função social do Ensino de Ciências, em especial no Ensino de Química, e seu potencial transformador. Como afirmam Santos e Schnetzler (2003, p. 98), “se a química está presente na vida do cidadão, poderemos ensiná-lo a participar da sociedade ativamente, por meio do conhecimento dos seus problemas sociais relacionados a ela”.

Niezer (2012) argumenta que a compreensão dos conceitos científicos pode levar os alunos ao interesse pela ciência, facilitando o aprendizado e possibilitando a

participação ativa em debates sociais, explicando a utilidade e a problemática das transformações globais atreladas à Química, contribuindo para sua alfabetização científica e tecnológica.

No entanto, somente conhecimentos rudimentares como a leitura e a escrita, não são mais suficientes para a autonomia do sujeito imerso neste meio totalmente influenciado pelas tecnociências e a ACT é entendida como o conhecimento indispensável em um mundo cada vez mais impregnado de tecnologia e em uma sociedade caracterizada pela informação (FOUREZ *et al.*, 1997).

As consequências do analfabetismo científico e tecnológico são muito mais perigosas em nossa época do que em qualquer outro período anterior. Nesse sentido, Bochecho (2011) esclarece que:

Em determinados momentos, uma tomada de decisão individual, isenta de conhecimentos científicos e tecnológicos, pode ocasionar riscos à população. Um cidadão que decide pela automedicação toma uma decisão arriscada por desconhecer a relação do corpo humano com substâncias químicas. Um pescador que negligencia o caráter probabilístico da previsão do tempo e se lança ao mar poderá correr riscos por desconhecer as limitações que cercam os equipamentos tecnológicos (BOCHECO, 2011, p. 22).

Embora haja clareza de que as situações de risco, como as mencionadas pelo referido autor, exigem a articulação de saberes e conhecimentos de diferentes áreas para sua compreensão, não podemos ignorar o papel dos conhecimentos específicos da Química nesse contexto. Especialmente se considerarmos, como destacam Santos e Schnetzler (2003), que o objetivo central do Ensino de Química para formar o cidadão é preparar o indivíduo para que ele compreenda e faça uso das informações químicas básicas necessárias para sua participação efetiva na sociedade tecnológica em que vive. Acerca deste aspecto, os autores destacam que:

Com o avanço tecnológico da sociedade, há tempos existe uma dependência muito grande com relação à química. Essa dependência vai, desde a utilização diária de produtos químicos, até as inúmeras influências e impactos no desenvolvimento dos países, nos problemas gerais referentes à qualidade de vida das pessoas, nos efeitos ambientais das aplicações tecnológicas e nas decisões solicitadas aos indivíduos quanto ao emprego de tais tecnologias (SANTOS; SCHNETZLER, 2003, p. 47).

Esta perspectiva está presente nos documentos oficiais e as diretrizes curriculares nacionais assumem, explicitamente, que o conhecimento químico é

fundamental para instrumentalizar o aluno na tomada de decisões e julgamentos, promovendo condições para que exerça sua cidadania. Segundo esses documentos:

O aprendizado de Química pelos alunos de Ensino Médio implica que eles compreendam as transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada e assim possam julgar com fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola e tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos. Esse aprendizado deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas. Tal a importância da presença da Química em um Ensino Médio compreendido na perspectiva de uma Educação Básica (BRASIL, 1998, p. 30).

Em âmbito estadual, a educação em nível de Ensino Médio é norteada pelas Diretrizes Curriculares Estaduais (DCE), instituídas em 2008 e fruto do trabalho coletivo que envolveu professores da rede estadual de ensino.

Esse documento, em seus princípios teóricos, propõe que o currículo da educação básica deve priorizar uma estrutura curricular que valorize e contextualize os conteúdos disciplinares, “estabelecendo-se, entre eles, relações interdisciplinares e colocando sob suspeita tanto a rigidez com que tradicionalmente se apresentam quanto o estatuto de verdade atemporal dado a eles” (PARANÁ, 2008, p. 14).

Especificamente em relação ao Ensino de Química, as diretrizes estaduais estabelecem como prioridade ofertar uma educação que apresente significado para os alunos, através de novos direcionamentos e abordagens da prática docente voltadas para formar um aluno que se aproprie dos conhecimentos químicos e seja capaz de refletir criticamente sobre o meio em que está inserido (PARANÁ, 2008).

Nessa perspectiva, os PCN + (BRASIL, 2002, p.87) enfatizam que “a Química pode ser um instrumento da formação humana, que amplia os horizontes culturais e a autonomia, no exercício da cidadania [...]”, porém, isso só ocorre se o conhecimento químico for visto como um meio de analisar o mundo e interferir na realidade, não deixando de considerá-las como uma ciência que tem seus conceitos, métodos e linguagem que lhes são próprias e, frutos de uma construção histórica, atrelada ao desenvolvimento tecnológico e social.

Assim, entendemos que na busca por um Ensino de Química que promova a ACT dos alunos é necessário superar o modelo de ensino tradicional praticado atualmente, que notoriamente tem se pautado na mera transmissão de informações, definições e leis isoladas, sem qualquer relação com a vida do aluno. Exigindo, quase sempre, pura memorização de denominações ou nomenclaturas, definições e

fórmulas, atribuindo excessiva importância aos aspectos teóricos em níveis de abstração inadequados, relegando a compreensão dos conceitos à iniciativa do aluno (SOUZA; GONÇALVES, 2011).

Para que o aluno possa perceber as múltiplas faces do conhecimento químico, relacionando os conteúdos tradicionalmente abordados em sala de aula à sua realidade torna-se necessário a correlação destes conteúdos com ações de seu cotidiano. Como tanto a vida diária, como o entorno social do aluno estão impregnados de relações tecnológicas e científicas, a interpretação do mundo contemporâneo exige a articulação dessas relações.

Por outro lado, isso também implica compreender o conhecimento científico e tecnológico para além do domínio estrito dos conceitos da Química. Nesse contexto, uma educação com Enfoque CTS se apresenta como alternativa para destacar a relevância da articulação desses saberes fora da sala de aula. Um Ensino de Química que favoreça a problematização de conceitos e auxilie a construir conhecimentos e habilidades necessários para tomar decisões responsáveis sobre os impactos sociais da ciência e da tecnologia, bem como atuar na solução de tais questões (SANTOS; SCHNEZTLER, 2003; COELHO, 2005; DREWS, 2011).

Em uma sociedade altamente orientada por interações científico-tecnológicas estes conhecimentos são vitais para uma leitura integrada de mundo e ao relacionar os saberes específicos da Química com os elementos da tríade CTS, enfatiza-se o potencial transformador de um ensino voltado para a construção da cidadania.

A partir dessas inferências, pretendemos no próximo capítulo explicitar os detalhes relativos à articulação da temática com os conteúdos específicos da disciplina e com os parâmetros de ACT, bem como discutir as estratégias de ensino utilizadas para o desenvolvimento de nossa proposta.

CAPÍTULO 2. O ENSINO DE QUÍMICA E A QUALIDADE DO AR INTERIOR

Os desdobramentos dos avanços científicos e tecnológicos têm se mostrado cada vez mais presentes em nossa sociedade, evidenciando a relevância de se conhecer e discutir sua influência em nosso modo de vida. Nesse sentido, faz-se necessário um Ensino de Ciências que seja capaz de relacionar as implicações sociais da ciência e da tecnologia, atribuindo novos significados aos saberes desenvolvidos em sala de aula. Nesse caso, defendemos que o enfoque sobre a perspectiva CTS possibilita o estabelecimento dessas relações na Educação Básica, oportunizando o desenvolvimento do aluno como cidadão através de sua alfabetização científica e tecnológica.

No entanto, esses objetivos demandam uma organização curricular diferenciada e estratégias didáticas que propiciem uma reflexão crítica sobre a ciência e a tecnologia em suas múltiplas dimensões, sejam elas, práticas, sociais, culturais ou profissionais. Tendo isso em mente, neste capítulo, inicialmente analisaremos o referencial teórico que ampara propostas de abordagens com Enfoque CTS a partir de uma organização curricular baseada em eventos ou temas.

Em seguida discutiremos a relevância da temática escolhida para a presente pesquisa, a Qualidade do Ar Interior, enfatizando seu potencial como elemento de articulação dos conteúdos específicos do Ensino de Química relacionados ao estudo dos gases e à cinética química, a partir de uma série de parâmetros de alfabetização científica e tecnológica. Por fim, destacamos a dinâmica das aulas e as estratégias de ensino selecionadas para seu desenvolvimento.

2.1 Uma Abordagem Temática com Enfoque CTS

Para Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), o Ensino de Ciências na escola fundamental e média deve, dentre outras funções, permitir que o aluno se aproprie da estrutura do conhecimento científico e de seu potencial explicativo e transformador. Nessa perspectiva, o trabalho docente deve ser estruturado por práticas pedagógicas condizentes com as necessidades de uma sociedade caracterizada pelas influências do desenvolvimento científico e tecnológico.

No âmbito escolar, o estudo das interações CTS possibilita uma interpretação mais realista desse quadro social influenciado pelas tecnociências. Quando não são introduzidas tais interações, observa-se que os estudantes desenvolvem uma visão de ciência e tecnologia que é deslocada do mundo no qual eles vivem e que, deste modo, pouco contribui para desenvolver o conhecimento sobre as relações mútuas entre ciência, tecnologia e os ambientes naturais e sociais nos quais eles estão inseridos (SOLBES; VILCHES, 1997).

No tocante à implementação do Enfoque CTS na Educação Básica, várias propostas educacionais para o Ensino de Ciências preconizam uma nova organização dos conteúdos escolares baseada em temas (SANTOS, 1992; AULER, 2002; SANTOS; MORTIMER, 2002; SANTOS; SCHNETZLER, 2003; COELHO, 2005; BOCHECO, 2011; DREWS, 2011). Estas propostas encontram respaldo em documentos oficiais, principalmente, no que diz respeito à seleção e contextualização dos conteúdos programáticos, interação entre as diferentes disciplinas e participação dos professores na elaboração do currículo, na definição de metodologias e estratégias de ensino (HUNSCHE; DELIZOICOV, 2011).

Essa tendência já foi demarcada por Santos e Schnetzler (2003), que ao realizarem uma revisão bibliográfica sobre as propostas de ensino pautadas no Enfoque CTS apontam que todos os artigos revisados recomendam o desenvolvimento de abordagens CTS a partir de temas sociais, por esses “evidenciarem as inter-relações dos aspectos CTS e propiciarem condições para o desenvolvimento de atitudes de tomada de decisão dos alunos” (SANTOS; SCHNETZLER, 2003, p. 74).

Uma grande parte dessas propostas tem sua estruturação baseada nos pressupostos de Aikenhead (1994), nos quais o estudo de um determinado tema é orientado a partir de alguns passos: 1) Introdução de uma problemática social; 2) Levantamento da tecnologia relacionada ao tema; 3) Estudo dos conteúdos científicos, que são definidos em função do tema e da tecnologia relacionada a ele; 4) Estudo da tecnologia correlata em função dos conteúdos científicos; e 5) Discussão da problemática social original.

Um exemplo de proposta organizada a partir dessa perspectiva está no livro *Química cidadã: materiais, substâncias, constituintes, química ambiental e suas implicações sociais*⁸ (SANTOS; MÓL, 2010). Esta obra é um livro didático que busca sistematizar uma estratégia de ensino em que o conteúdo disciplinar de Química é

⁸ A coleção formada por três volumes, relativos ao 1º., 2º. E 3º. ano do Ensino Médio, foi aprovada pelo Plano Nacional do Livro Didático – PNLD 2012: Química (BRASIL, 2011), promovido pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC).

trabalhado a partir de um tema socialmente relevante apresentado por meio de um texto gerador.

Os autores explicam que os temas são desenvolvidos por meio de textos específicos, através dos quais se busca fazer uma abordagem ampla do tema através das relações CTS objetivando proporcionar ao estudante a compreensão dos processos químicos e seus aspectos ambientais, políticos, éticos, econômicos e culturais.

Em linhas gerais, esta estratégia consiste em criar um momento inicial de problematização a partir dos textos da seção *tema em foco*, estabelecendo relações com determinados conceitos químicos, que serão necessários para sua abordagem. Em seguida, esses conceitos são apresentados ao aluno e, após essa fase, são exploradas novas problemáticas e novos textos que retomam o tema em pauta na unidade. Na análise desta etapa surge a necessidade do estudo de novos conceitos e assim sucessivamente, em um modelo curricular em espiral. Por fim, evidenciam-se novamente as dimensões sociais do tema e através de uma série de atividades busca-se oportunizar a discussão de questões sociocientíficas e sócio tecnológicas associadas à temática.

Os autores propõem através desta estratégia oportunizar a discussão de temas CTS concomitantemente com o desenvolvimento de conceitos específicos de Química, utilizando os textos para fomentar os debates sem, no entanto, impor uma separação entre tema e conteúdo científico.

Cabe aqui ressaltar um aspecto importante a respeito do modelo apresentado por Santos e Mól (2010), diferente de propostas de abordagem temática com Enfoque CTS que defendem a escolha de um tema para então listar os conteúdos que serão abordados, os autores do livro *“Química Cidadã”* elegem esses temas a partir da programação clássica dos conteúdos de química das escolas brasileiras. Isso configura uma inversão na ordem normalmente adotada para as propostas de ensino com Enfoque CTS, segundo a qual os conteúdos são subordinados ao tema.

Em Santos *et al.* (2009), os autores comentam esta inversão, porém justificam a escolha salientando que a proposta se diferencia de livros clássicos de ciências nas quais as aplicações de CTS são introduzidas de forma pontual, esporádica e acessória, em uma estrutura centrada exclusivamente numa organização tradicional dos conteúdos científicos. Destacam também que na abordagem dos temas que enfatizam as relações CTS em cada unidade, mantém-se uma coesão e através da sequência de informações, explora-se globalmente a temática em seus diferentes aspectos sociais, científicos e tecnológicos.

Independentemente das críticas que podem ser realizadas à obra de Santos e Mól (2010) em relação aos pressupostos teóricos do Enfoque CTS, do ponto de vista prático, a proposta apresenta-se bastante funcional, dadas as dificuldades encontradas na realidade educacional brasileira. Como destaca Bocheco (2011), a organização sugerida pelos autores possibilita aos professores continuarem seu trabalho, explorando temas e não apenas conteúdos científicos, introduzindo novas perspectivas em relação ao Ensino de Química, sem grandes alterações na programação escolar ou na grade curricular.

No que concerne à forma de abordar uma temática de relevância social, há também algumas iniciativas no contexto brasileiro, no sentido de aproximar pressupostos do educador Paulo Freire aos encaminhamentos dados pelo Enfoque CTS, a exemplo dos trabalhos de Auler (2002), Muenchen (2006), Forgiarini (2007) e Strieder (2008).

Os fundamentos educacionais da proposta freireana, chamada de educação problematizadora, foram originalmente sistematizados por Freire (1977, 1987) objetivando um processo educativo que pudesse desempenhar um papel de elevação do nível de consciência dos sujeitos em relação ao mundo em que vivem, potencializando reflexões e ações no sentido de sua transformação. Desde sua proposição, seus pressupostos têm sido utilizados como referência para propostas educativas em diversos níveis e modalidades de ensino, inclusive na educação científica e tecnológica (FERRARI, 2008).

No conjunto do pensamento de Paulo Freire encontra-se a ideia de que o homem é um sujeito em constante transformação e imerso em uma realidade inacabada. Por isso, não há futuro definido e o ser humano deve sempre buscar agir sobre si mesmo e sobre a realidade que o cerca. No entanto, a realidade não se mostra *a priori* como objeto cognoscível e o primeiro passo consiste em tomar consciência de sua capacidade de transformação e ação (FREIRE, 1987).

Para Freire, a tomada de consciência de todos pode ser facilitada através de um processo de ensino-aprendizagem que supere a passividade e a cultura do silêncio na qual alguns setores sociais estão inseridos. Ele propõe a superação da educação bancária, a qual transforma os homens em “vasilhas”, em “recipientes”, a serem “preenchidos” pelos que julgam educar e ao invés disso, busca defender uma educação dos homens por meio da conscientização, da desalienação e da problematização. Nas palavras do autor:

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’ de educação, em

que a única margem de educação que se oferece aos educandos é de receberem os depósitos, guardá-los e arquivá-los. Margem para serem colecionadores ou fixadores das coisas que arquivam. No fundo, porém, os grandes arquivados são os homens, nesta (na melhor das hipóteses) equivocada concepção 'bancária' de educação. Arquivados, porque, fora da busca, fora da práxis, os homens não podem ser. Educador e educando se arquivam na medida em que, nesta distorcida visão de 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. 33).

O princípio básico dessa teoria educacional é a problematização por meio do diálogo. Problematização, que segundo a acepção freireana, é a reflexão conjunta sobre uma determinada situação, buscando agir no sentido de transformá-la em algo melhor. Transformação esta que por sua vez, só se efetiva através do diálogo entre os homens.

Para tal, o educador propõe práticas que possibilitem aos sujeitos compreender melhor seu papel no contexto em que estão inseridos e atuarem em busca de sua transformação. Segundo Ferrari (2008, p. 3), nesta perspectiva o papel do professor é essencialmente o de um mediador, “que também contribui com seus conhecimentos, mas, principalmente, cria condições para que os estudantes se apropriem criticamente dos saberes instituídos”.

Especificamente em relação à aproximação entre Freire e CTS, Auler (2002) destaca que esta possibilidade ampara-se na similaridade existente entre os objetivos de ambas. Enquanto o Enfoque CTS busca a participação e a democratização das decisões em temas sociais que envolvem ciência e tecnologia, Freire defende que alfabetizar, muito mais que ler palavras, também deve propiciar a leitura crítica da realidade e sua transformação.

Auler (2002) também enfatiza que a leitura crítica da sociedade defendida por Freire implica necessariamente, no âmbito da sociedade contemporânea, em desenvolver compreensões sobre as interações CTS, por considerar que a dinâmica social atual está fortemente marcada pela presença da ciência e da tecnologia. Nas palavras do autor “um avanço para além de Freire, tendo-o como inspirador” (AULER, 2002, p. 23).

Nesse sentido, Nascimento e Lisingen (2006) argumentam que a articulação Freire e CTS apresenta ganhos para ambas as propostas. Para o Enfoque CTS por lhe proporcionar uma base educacional sólida e coerente, e para a pedagogia freireana por oportunizar a abordagem de temas de dimensão social, política e econômica, particularmente no âmbito do ensino de ciências e tecnologias.

Sob a perspectiva freireana articulada ao Enfoque CTS, os conceitos científicos são selecionados a partir da necessidade de serem trabalhados para o entendimento de uma situação real e significativa para a comunidade escolar. Os temas, chamados de geradores, resultam de um processo denominado de *investigação temática*⁹ (FREIRE, 1987). Assim, um tema social com este enfoque é obrigatoriamente um tema de relevância local que provém da análise dos anseios dos sujeitos envolvidas no processo educativo. Em outras palavras, na pedagogia freireana é através de temas geradores que se investigam a percepção dos sujeitos sobre a sua realidade, no intuito de que possa ser compreendida e superada.

Este é um dos pontos de discórdia entre os signatários das duas perspectivas educacionais. Em geral, o Enfoque CTS sugere que a seleção dos temas seja feita pelos professores, optando por eventos que potencializem discussões relacionadas à ciência e à tecnologia, enquanto que nos trabalhos de orientação freireana, a escolha dos temas surge a partir da investigação temática. São eventos que provém da realidade dos alunos, da própria comunidade em que se encontra o ambiente escolar e que se configurem em um problema social significativo naquele local.

Nesse sentido, Strieder (2008) ressalta que atualmente a grande maioria dos problemas ligados à realidade dos estudantes tem alguma relação com os desdobramentos científicos e tecnológicos, muito embora também se possa discutir temas socialmente relevantes sem a necessidade de abordar relações CTS.

A autora também esclarece que além dos critérios relacionados à sua seleção, a abrangência dos temas na perspectiva freireana pode diferir em relação ao Enfoque CTS. Enquanto em Freire os temas são necessariamente abertos, vivenciados pelos alunos e sem respostas exatas, na vertente CTS eles podem ser eventos fechados, simulados e com juízos estabelecidos.

Desse modo, apesar de possuírem em comum o objetivo de possibilitar a participação crítica dos cidadãos na sociedade e defenderem o uso de abordagens temáticas para a concretização destes objetivos, tanto o Enfoque CTS quanto a pedagogia freireana possuem algumas especificidades que precisam ser consideradas no momento de sua articulação. Assim, cabem as ressalvas de Strieder (2008), no sentido de que escolher esta opção implica, inevitavelmente, em considerar elementos de ambas as propostas e abrir mão de outros.

⁹ A proposta de investigação temática freireana envolve cinco etapas, sendo as quatro primeiras dedicadas à seleção do tema e a última a abordagem em sala de aula. São elas: levantamento preliminar, análise das situações e escolha das codificações, diálogos descodificadores, redução temática, e trabalho em sala de aula. Para compreensão mais ampla do processo de investigação temática, particularmente em relação ao Ensino de Ciências, consultar Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002).

Santos e Mortimer (2002), ao discutirem os pressupostos teóricos que amparam as abordagens temáticas com Enfoque CTS, também defendem uma abordagem a partir de temas socialmente relevantes. Os autores destacam que alguns pesquisadores propõem a inclusão de temas locais e outros de temas globais, mas todos concordam que o tema deve fazer parte do cotidiano dos estudantes. Ao refletir sobre a possibilidade de correlação entre as duas perspectivas, sugerem como ideal uma abordagem a partir de problemas locais que se articulem com a dimensão global.

Santos e Mortimer (2002) também analisam os principais temas sugeridos na literatura internacional em currículos CTS e fazem uma projeção para o contexto brasileiro, identificando nove temáticas: (1) exploração mineral e desenvolvimento científico, tecnológico e social, enfatizando questões atuais como a exploração mineral por empresas multinacionais, a privatização da Companhia Vale do Rio Doce ou as propostas de privatização de outras grandes companhias nacionais, como a Petrobrás; (2) ocupação humana e poluição ambiental, discutindo problemas de ocupação desordenada nos grandes centros urbanos, saneamento básico, poluição da atmosfera e dos rios, saúde pública, êxodo de populações regionais ou a questão agrária; (3) o destino do lixo e o impacto sobre o ambiente, refletindo sobre hábitos de consumo na sociedade tecnológica; (4) controle de qualidade dos produtos químicos comercializados, envolvendo os direitos do consumidor, os riscos para a saúde, as estratégias de marketing usadas pelas empresas; (5) a produção de alimentos e a fome que afeta parte significativa da população brasileira, a questão dos alimentos transgênicos; (6) o desenvolvimento da agroindústria e a distribuição de terras no meio rural, custos sociais e ambientais da monocultura; (7) o processo de desenvolvimento industrial brasileiro, sua dependência tecnológica num mundo globalizado; enfatizando, por exemplo, a exportação de silício bruto ou industrializado; (8) as fontes energéticas no Brasil, seus efeitos ambientais e aspectos políticos; (9) a preservação ambiental, as políticas de meio ambiente e o desmatamento.

Santos e Mortimer (2002) argumentam que vários dos temas sugeridos pertencem atualmente ao currículo da disciplina de geografia, mas por possuírem um forte componente científico e tecnológico apresentam potencial para serem explorados no Ensino de Ciências, através de uma abordagem temática CTS. Os autores esclarecem que os temas devem ser explorados em caráter multidisciplinar e com ênfase nas várias dimensões do conhecimento estudado. Saliendam que a abordagem desses temas deve estar relacionada ao desenvolvimento científico e tecnológico da sociedade e possibilitar a discussão de contradições da ciência e da tecnologia, bem como as suas influências na vida dos estudantes.

Portanto, para Santos e Mortimer (2002), não é qualquer tema que pode ser trabalhado sob o Enfoque CTS, pois a sua discussão deve evidenciar “o poder de influência que os alunos podem ter como cidadãos, bem como as questões éticas e os valores humanos relacionados à ciência e à tecnologia” (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 9).

Desse modo, podemos sintetizar que na busca pelo desenvolvimento da capacidade de decisão consciente e negociada que envolva ciência e tecnologia, as propostas temáticas com Enfoque CTS devem ser organizadas em torno de temas sociais e estratégias de ensino que valorizem a participação efetiva dos estudantes (LISINGEN, 2007).

Além disso, segundo Bocheco (2011), independente do referencial teórico que balize sua construção, uma proposta pautada no Enfoque CTS deve planejar uma sólida abordagem conceitual e, concomitantemente, concentrar o seu planejamento didático-pedagógico no desenvolvimento das inter-relações político-sociais existentes entre a ciência, a tecnologia e a sociedade.

Tendo essas considerações em mente, nos afastamos dos referenciais freireanos para a escolha dos temas e selecionamos a temática da QAI como norteadora da nossa proposta de ensino. Salienta-se que essa escolha não implica em um abandono da problematização e do diálogo, características da concepção freireana de educação, mas na opção por uma temática social altamente relevante e abrangente.

Especificamente em relação a sua abrangência, poderíamos classificá-la como uma temática global. Entretanto, estatísticas apontam que atualmente passamos cerca de 80 a 90% do tempo em ambientes fechados (WANG; ANG; TADE, 2007; ASHMORE; DIMITROULOPOULOU, 2009; HERBERGER *et al.*, 2010), caracterizando também sua importância local. Assim, evidencia-se a relevância do estudo das implicações da QAI para a melhoria da qualidade de vida de todas as pessoas, independente da condição econômica ou social.

Dada a importância do tema, nas próximas seções analisamos o referencial teórico referente à QAI e sua correlação com os conteúdos específicos da Química referentes ao estudo dos gases e a cinética química, enfatizando sua relação com os parâmetros de ACT utilizados na pesquisa e seu potencial para o desenvolvimento de uma postura crítica e participativa dos alunos através do Enfoque CTS. Destacamos que, apesar de sua relevância, são poucos os trabalhos na literatura nacional sobre a QAI, em especial na área da educação. Justifica-se assim o fato de que a maioria absoluta dos referenciais utilizados para caracterização do tema é estrangeira e em grande parte de área ligada à saúde, engenharia e arquitetura ou correlatas.

2.2 A Qualidade do Ar Interior

Na busca pela valorização e melhoria da qualidade de vida das pessoas torna-se indispensável um maior cuidado com a qualidade do ar que respiramos. Num primeiro momento, nossa maior preocupação repousa na qualidade do ar exterior, principalmente devido à poluição atmosférica. Entretanto, atualmente a grande maioria das pessoas passa a maior parte do seu tempo no interior de edifícios ou em meios de transporte e nesses ambientes, ao contrário do que se imaginava, também há uma carga elevada de poluentes típicos desses espaços e a qualidade de vida acaba condicionada pelas limitações que estes possam apresentar (VERDELHOS, 2011).

Nas últimas décadas houve um grande aumento de reclamações relacionadas à qualidade de ar em locais fechados em diversos países, principalmente em nações da América do Norte e Europa. Essas queixas geraram estudos, indicando-se que o ar dentro de casa e outros locais fechados pode estar mais poluído do que o ar externo nas grandes cidades industrializadas (BRICKUS; NETO, 1999).

A QAI tem sido referida como um dos principais riscos ambientais para a saúde pública e segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), a poluição do ar interior é o oitavo fator de risco mais importante, responsável por 2,7% dos casos de doenças no mundo (OMS, 2008) e um fator determinante para saúde e bem-estar de todos (OMS, 2009). Também, a United States Environmental Protection Agency (EPA) classificou a poluição do ar interior entre os cinco principais riscos ambientais para a saúde pública (EPA, 2013).

Segundo Brickus e Neto (1999), foi o movimento mundial de conservação de energia, em virtude da crise do petróleo na década de 1970, que ironicamente contribuiu para as preocupações atuais com a QAI. Esse movimento concebeu edifícios hermeticamente fechados, no intuito de minimizar o consumo de energia e otimizar o uso de aparelhos de refrigeração e aquecimento. Paralelamente, e com a mesma motivação, houve um expressivo aumento na diversidade de produtos para forração, acabamento e mobiliário que, em geral, contém substâncias químicas danosas a saúde e passíveis de serem dispersas no ar de interiores.

Segundo os autores, a combinação desses dois fatores favorece uma baixa qualidade do ar de interiores que pode ocasionar, dentre outras patologias, uma doença conhecida como Síndrome do Edifício Doente¹⁰ (SED).

¹⁰ Segundo a EPA (1991), o termo Síndrome do Edifício Doente (SED) é usado para descrever situações em que os ocupantes de edifícios experimentam efeitos agudos na sua saúde ou conforto, que parecem estar relacionados com a permanência no seu interior e não com uma doença específica ou uma causa identificada.

Embora nos últimos anos se tenha observado grandes avanços no nível de conhecimento da QAI, ainda se verifica a falta de sensibilização e informação acerca deste tema, sobretudo por parte dos ocupantes desses ambientes.

O ar interior ainda é visto como resultado do clima interior, estando apenas relacionado com os aspectos do conforto térmico e normalmente as pessoas apresentam maiores preocupações com o ar exterior do que com o ar que respiram dentro de suas casas.

Para Santos (2010), um dos fatores que influencia o julgamento das pessoas quanto à QAI e os seus efeitos à saúde é a natureza evidente da poluição do ar externo, nos aspectos visuais e sensoriais, em contraste com a característica um tanto quanto invisível da poluição nos ambientes internos.

Atualmente, apesar de tímida, está havendo uma conscientização da imprensa no Brasil sobre a importância da QAI em locais não industriais, tais como escolas, residências, edifícios públicos e comerciais. No tocante a legislação, em meados de 1996, o Governo Federal Brasileiro proibiu o fumo em lugares fechados de uso coletivo e em 1998, o Ministério da Saúde, através da Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária, aprovou um regulamento técnico contendo medidas básicas referentes aos procedimentos de limpeza e manutenção dos sistemas de climatização e os padrões referenciais para a qualidade do ar de ambientes interiores (BRASIL, 1998).

Devido ao seu caráter preventivo, a publicação foi considerada um marco importante na área da saúde pública, pois a literatura aponta que a maioria dos problemas relacionados à qualidade do ar de ambientes interiores se deve à má conservação dos sistemas de ventilação mecânica e a baixa taxa de renovação do ar (SILVEIRA, 2001). A regulamentação foi complementada pela Resolução nº 176, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (BRASIL, 2000), que estabelece padrões referenciais que informam à população sobre a qualidade do ar interior em ambientes, público e coletivo, climatizados artificialmente, cujo desequilíbrio pode causar agravos à saúde dos seus ocupantes, assim como instrumentaliza as equipes de profissionais envolvidas no controle de qualidade do ar ambiental interior, no planejamento, elaboração, análise e execução de projetos físicos e nas ações de inspeção.

A legislação reforça a preocupação compartilhada por organizações governamentais como a EPA. Estudos desenvolvidos pela agência de proteção ambiental americana demonstram que o nível de poluição do ar no interior dos edifícios pode atingir valores duas a cinco vezes – e, ocasionalmente, mais de 100

vezes – superiores ao do ar exterior (EPA, 2013). Outros estudos semelhantes foram elaborados em países da Europa e da Ásia com resultados idênticos (SPAETH, 2000).

Segundo Lee (2006), a situação é mais crítica em relação aos ambientes climatizados artificialmente, por estes apresentarem uma infinidade de componentes químicos (substâncias tóxicas, carcinogênicas e radioativas) e biológicos (microrganismos patogênicos) emitidos por diversas fontes, e que, dependendo das condições físicas (umidade do ar, temperatura do ar e ventilação inadequada) do ambiente, podem interagir entre si.

A QAI afeta o bem-estar geral devido à possível presença de uma combinação de fatores físicos, químicos e biológicos com diferentes causas e fontes, ocasionando problemas respiratórios e outros efeitos de saúde relacionados, como é o caso da asma (principal doença respiratória crônica em crianças), alergias respiratórias, doença pulmonar obstrutiva crônica, hipertensão pulmonar, apneia do sono, e até eventualmente câncer (BORREGO *et al.*, 2008).

Segundo Teixeira (2012), as crianças são o grupo mais suscetível de serem afetadas pela poluição do ar interior, já que, em relação aos adultos, respiram um maior volume de ar relativamente ao seu peso corporal e, além disso, o seu sistema imunológico está mais vulnerável à variação das condições ambientais. A OMS estima que mais de 50 % das mortes prematuras por pneumonia entre as crianças com menos de cinco anos resultam das partículas inaladas em ambientes interiores (OMS, 2014).

Especificamente em relação ao ambiente escolar, Pegas *et al.* (2011) alertam que os problemas com a QAI podem ser ainda mais graves nas escolas do que em outros tipos de edificações, devido à maior densidade de ocupação e ao insuficiente fornecimento de ar exterior, agravada pela fraca qualidade de construção e manutenção de edifícios escolares.

Borrego *et al.* (2008), destacam que os alunos passam, diariamente, muitas horas nas escolas, sendo o segundo microambiente onde passam mais tempo e, além dos perigos à saúde, uma má QAI nas escolas influencia o desempenho escolar dos alunos. Os autores enfatizam que uma adequada QAI exige boas condições de arejamento e ventilação, a eficiência energética do edifício e equipamentos e, se possível, um controle da umidade e temperatura.

Apesar destas pesquisas terem sido realizadas em países da Europa, onde devido as baixas temperaturas média anuais, a maioria dos prédios públicos e privados apresenta sistema de calefação artificial. Esta realidade não é tão distante da que se enfrenta aqui no Brasil durante os invernos rigorosos em estados do sul do

país. Guardadas as devidas proporções, nos meses mais frios do ano é comum encontrar salas de aula fechadas, lotadas e com pouca ventilação no sul do Brasil.

Por outro lado, ampliando a discussão para um contexto mais amplo, durante as altas temperaturas nos verões, as pessoas procuram cada vez mais ambientes com ar condicionado. Assim, independente de especificidades regionais, a poluição do ar interior configura-se como um grave problema de saúde pública que precisa ser enfrentado e para isso, antes de tudo é necessário conhecer suas características e implicações.

De acordo com Bluysen (2009), a QAI pode ser definida segundo três pontos de vista: o humano, a qualidade do ar interior nos edifícios e as fontes que contribuem para a poluição do ar interior. Do ponto de vista humano, a QAI de um local é o efeito físico da exposição de pessoas ao ar interior dos espaços que visitam ou ocupam, e está relacionada com o bem-estar das pessoas nestes ambientes. Do ponto de vista do ar interior, a QAI é, por vezes, expressa por determinada taxa de ventilação (em L/s por pessoa ou L/s por m² de área útil) ou em concentrações de compostos específicos. Estas concentrações são influenciadas pelas fontes presente no interior ou provenientes de fontes exteriores.

O Quadro 4 sintetiza os principais agentes e fatores que afetam a QAI e suas respectivas fontes.

Agente/Fator	Fonte Interiores	Fontes Exteriores
Compostos orgânicos voláteis (COVs)	Tintas, produtos de limpeza, impressoras, fotocopiadoras, computadores, solventes e isolantes derivados de silicone, carpetes, mobiliário, adesivos, inseticidas, herbicidas, produtos de combustão, fumo de tabaco, cosméticos e outros produtos de uso pessoal	Emissões de veículos Emissões industriais
Dióxido de carbono (CO₂)	Utilização de equipamentos a gás ou outros combustíveis em espaços mal ventilados Ocupantes (respiração humana)	Emissões de veículos Emissões industriais
Fibras Artificiais: fibra de vidro e lã mineral	Isolantes e impermeabilizantes utilizados na construção civil	Emissões industriais Construção civil
Formaldeído (HCHO)	Isolamento de espuma de ureia, madeira prensada, madeira aglomerada, painéis de revestimento de paredes, carpetes, tecidos, colas, adesivos e produtos de combustão	O formaldeído é raramente encontrado em ambientes exteriores
Fumo do tabaco	Cigarros, charutos	

Agente/Fator	Fonte Interiores	Fontes Exteriores
Microrganismos e outros contaminantes biológicos	Água estagnada em sistemas de ar-condicionado, umidade, desumidificadores, condensadores, torres de refrigeração, plantas e animais	Vegetação e flora microbiana ambiental Deposição de resíduos Animais
Mistura de gases inorgânicos	Produtos de limpeza, produtos de combustão e fumo de tabaco	Emissões industriais
Monóxido de Carbono (CO)	Fumo de tabaco Utilização de equipamentos a gás ou outros combustíveis em espaços mal ventilados	Emissões de veículos
Dióxido de nitrogênio (NO₂)	Produtos de combustão de cozinhas e aquecedores a gás, fumo de tabaco e gases de solda	Emissões de veículos Emissões industriais
Ozônio (O₃)	Fotocopiadoras, impressoras, ambientadores e descargas elétricas	<i>Smog</i> fotoquímico
Material Particulado	Fumo de tabaco, papel, isolamento de tubagens, resíduos de água, carpetes, filtros de ar-condicionado e atividades de limpeza	Emissões de veículos Emissões industriais Construção civil Vegetação e Solo
Radônio (Rn)	Materiais de construção	Solo e águas subterrâneas
Ventilação inadequada	Medidas de economia de energia e manutenção, falhas no projeto e dimensionamento do sistema de ventilação, alteração do sistema de funcionamento do sistema ar-condicionado pelos ocupantes	

QUADRO 4- PRINCIPAIS AGENTES QUE AFETAM A QAI E SUAS FONTES

FONTE: Adaptado de Santos (2010, p.8)

Percebemos, por meio do Quadro 4, que grande parte dos problemas relacionados à poluição do ar em ambientes interiores poderia ser evitada a partir da diminuição do uso de determinados produtos, da mudança de hábitos ou do controle de suas fontes.

Segundo Brickus e Neto (1999), a literatura está repleta de estudos indicando que a maioria das reclamações dos ocupantes em relação à QAI envolve procedimentos de manutenção inadequados, tais como filtros de ar condicionado empoeirados ou mesmo a falta de filtros, fotocopiadoras sem sistema próprio de exaustão ou dutos e bandejas de ar condicionado sujos. Os autores afirmam que o conhecimento, pelos ocupantes desses ambientes, de situações que poderiam contribuir para o aumento das concentrações de agentes químicos e biológicos em recintos fechados, possibilitaria uma rápida remediação ou uma ação de manutenção mais efetiva no sentido de evitar esses problemas.

No entanto, a mera disponibilidade de informações sobre os fatores que interferem na QAI não basta. O uso da informação dependerá da motivação do indivíduo e de sua disponibilidade de ação.

O controle da QAI no interior dos edifícios é sem dúvida um problema que necessita solução, em benefício dos seus ocupantes (VERDELHOS, 2011) e esta situação se mostra mais preocupante se levarmos em consideração o fato de que os hábitos de consumo e entretenimento da sociedade atual estão intimamente relacionados com ambientes fechados, normalmente sujeitos à climatização interior, como *shopping centers*, cinemas, restaurantes e casas noturnas.

Dessa forma, defendemos a necessidade de discussões sobre a QAI no contexto educacional, dada sua relevância social, sua importância para a saúde pública e por revelar uma preocupação de caráter mundial.

2.3 A Qualidade do Ar Interior, o Estudo dos Gases e a Cinética Química

Ao propor uma inserção didática que articule os conteúdos disciplinares de Química com uma abordagem CTS a partir da temática da QAI é necessário considerar tanto as características da disciplina quanto as especificidades do tema.

Nesse sentido, o foco de nossa proposta volta-se para o estabelecimento de relações entre a QAI e os conteúdos disciplinares da Química, enfatizando-se como os conceitos científicos e tecnológicos envolvidos neste estudo impactam na vida dos alunos.

Dentre as possíveis modalidades de implementação de uma abordagem temática com Enfoque CTS para o Ensino Médio, optamos pela correlação do tema com os conteúdos específicos da disciplina de Química, subordinando a escolha dos conceitos científicos a serem trabalhados à compreensão da temática.

Assim, na busca por uma proposta de ensino com Enfoque CTS que valorizasse a importância do conhecimento químico e que contemplasse as múltiplas dimensões de um processo de ACT a partir da temática da QAI, num primeiro momento selecionamos dentre os conteúdos específicos da disciplina aqueles que possuíam um maior potencial de articulação com o tema.

Os conteúdos escolhidos foram o estudo dos gases e a cinética química. Esses assuntos são normalmente abordados na segunda série do Ensino Médio e sua afinidade com a temática é grande, visto que a maioria das substâncias responsáveis

pela poluição do ar interior apresenta-se no estado gasoso e sua transformação envolve mecanismos que são objeto de estudo da cinética química.

Cada pessoa inala, em média, 10 m³ de ar por dia e quando comparado com os cerca de dois quilogramas de alimentos sólidos e líquidos que cada indivíduo consome diariamente, percebe-se a importância do entendimento de características inerentes ao estado gasoso (TEIXEIRA, 2010).

O estudo da cinética química proporciona ao aluno o entendimento de diversos processos que estão presentes no seu cotidiano, como, por exemplo, o uso de catalisadores nos veículos ou os princípios da conservação dos alimentos. Do mesmo modo, o estudo da velocidade de uma reação química, dos fatores que a determinam ou a modificam, leva ao entendimento de mecanismos responsáveis pela formação de diversos poluentes atmosféricos e interiores.

Devido a esses fatores, defendemos que a compreensão dos aspectos científicos e tecnológicos envolvidos no exame da QAI passa necessariamente pela análise dos princípios que norteiam o comportamento dos gases e os fatores que interferem na velocidade das reações químicas. Contudo, os alunos do Ensino Médio geralmente apresentam dificuldades na compreensão destes conceitos, devido ao seu caráter empírico e um tanto abstrato. Seu entendimento envolve a interpretação de dados experimentais e o reconhecimento do caráter dinâmico das partículas. O aluno precisa transitar entre o mundo macroscópico e o submicroscópico, exigindo uma compreensão mais ampla da natureza da matéria (MARTORANO, 2012).

No intuito de superar essas dificuldades e proporcionar uma integração entre os assuntos relacionados ao ensino dos gases e a cinética química, no estudo em tela optamos por um modelo similar a abordagem curricular em espiral (SANTOS; MÓL, 2010), na qual a partir do tema introduzíamos os conceitos científicos de Química e a partir desses voltávamos ao tema, utilizando o modelo de partículas como fio condutor entre os conceitos.

Segundo Mortimer e Machado (2011), o uso do modelo de partículas é de fundamental importância para que os estudantes compreendam e interpretem muitos fenômenos que ocorrem no mundo em que vivem. Soma-se a isso o fato de que este modelo apresenta uma estrutura básica comum a diversos outros modelos mais sofisticados da Química, servindo como base para sua compreensão.

No entanto, tradicionalmente o ensino dos gases e a cinética química são enfocados separadamente. A correlação entre os dois assuntos é feita (quando isso ocorre) em situações pontuais ou através da retomada de alguns conceitos em momentos bastante específicos.

Tendo essa preocupação em mente, através das hipóteses do modelo de partículas iniciamos o estudo dos gases e de modo a ampliar as aplicações do conceito, também abordamos os fatores que interferem na velocidade das reações, a fim de introduzir os princípios da cinética química e relacionar os dois conteúdos através da temática.

Por outro lado, independente do referencial teórico que balize a sua construção, a literatura aponta para a necessidade de critérios para orientar a escolha de temas e conteúdos que compõem o programa escolar organizado a partir do Enfoque CTS (BOCHECO, 2011; STRIEDER, 2008, 2012).

Para Santos e Mortimer (2002), a ausência de critérios previamente estabelecidos ou a falta de clareza sobre os mesmos pode contribuir para mascarar currículos, algo como “dourar a pílula”, introduzindo algum fator de motivação com o objetivo de disfarçar a abstração excessiva do ensino tradicional. Segundo os autores:

Isso se diferencia do modismo do assim chamado ensino do cotidiano, que se limita a nomear cientificamente as diferentes espécies de animais e vegetais, os produtos químicos de uso diário e os processos físicos envolvidos no funcionamento dos aparelhos eletroeletrônicos. Um ensino que contemple apenas aspectos dessa natureza seria, a nosso ver, puramente enciclopédico, favorecendo uma cultura de almanaque (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 7).

Assim, além do cuidado de não incorrer nas simplificações apontadas pelos autores, uma proposta de ensino com Enfoque CTS também precisa evitar o desequilíbrio das classificações propostas por Santos (2001), ao concentrar a abordagem de modo a valorizar apenas as implicações sociais em detrimento ao desenvolvimento de conhecimentos científicos e tecnológicos ou focar tal abordagem considerando apenas conhecimentos específicos relacionados à ciência ou à tecnologia.

Segundo Bocheco (2011), necessita-se pontuar didaticamente quais elementos deverão ser levados em consideração durante uma abordagem temática, de modo que se possa cumprir os objetivos educacionais de uma abordagem com Enfoque CTS.

O autor também destaca a importância de equilibrar (e diferenciar) os questionamentos relativos a cada um dos elementos da sigla.

[...] ao se explorar um tema ou evento fica claro o equilíbrio que se deve ter em relação a parâmetros oriundos de aspectos de uma alfabetização científica e de uma alfabetização tecnológica. Caso isso não ocorra, pode-se inferir equivocadamente que as mencionadas

alfabetizações dizem respeito aos mesmos questionamentos (BOCHECO, 2011, p.47).

Desse modo, buscamos superar estas dificuldades através da associação dos conteúdos específicos da disciplina e as discussões relacionadas à temática com os quatro parâmetros de alfabetização científica e com os três parâmetros de alfabetização tecnológica sugeridos por Bocheco (2011). Nosso intuito com essa associação foi o de proporcionar um encaminhamento didático-pedagógico que valorizasse todos os elementos da tríade CTS e suas interações.

O Quadro 5 sintetiza a maneira como os tópicos abordados na proposta didática foram relacionados com estes parâmetros. Logo a seguir, explicitamos detalhes de sua articulação com a temática.

Parâmetros	Tópicos para abordagens relacionadas com o Estudo dos Gases e da Cinética Química através do tema “Qualidade do Ar Interior”
Potencial para Alfabetização Científica Prática	Compreensão das propriedades dos gases e dos principais fatores que alteram a rapidez das reações Reconhecimento dos poluentes usualmente encontrados em ambientes internos e suas fontes de emissão Compreensão dos parâmetros de qualidade do ar interior recomendados pela legislação atual
Potencial para Alfabetização Científica Cívica	Discussão de atitudes e alternativas para se evitar ou minimizar os efeitos nocivos da poluição do ar em interiores Reflexão sobre o modo como as patologias relacionadas à poluição do ar interior interferem na qualidade de vida das pessoas
Potencial para Alfabetização Científica Cultural	Análise do conceito de modelo científico e das limitações das teorias científicas, visando caracterizar a ciência como uma atividade humana, transitória e sujeita a influências internas e externas ao seu processo de construção
Potencial para Alfabetização Científica Profissional	Compreensão do princípio de funcionamento dos catalisadores e sua aplicação em diversos processos industriais
Potencial para Alfabetização Tecnológica Prática	Compreensão da simbologia e da funcionalidade de aparelhos portáteis utilizados para climatização de ambientes internos
Potencial para Alfabetização Tecnológica Cívica	Estabelecimento de critérios para aquisição de um equipamento de climatização ou purificação do ar
Potencial para Alfabetização Tecnológica Cultural	Reflexão sobre a natureza da tecnologia e o modo como interfere em nossa percepção e interação com a realidade Discussão das relações de neutralidade-intencionalidade e autonomia-controle da atividade tecnológica

QUADRO 5- PARÂMETROS DE ACT E A TEMÁTICA DA QAI

FONTE: O Autor (2015)

Em relação à dimensão prática dos parâmetros de alfabetização científica e tecnológica, procuramos contemplá-los em nossa proposta enfatizando a necessidade da compreensão dos conceitos científicos ou tecnológicos associados aos conteúdos para a interpretação das situações cotidianas. Assim, o aluno pode perceber a necessidade de manter os alimentos perecíveis conservados na geladeira ou os benefícios de utilizar um aspirador de pó equipado com um filtro HEPA¹¹ ao invés de um aspirador tradicional.

Esta é a dimensão de ACT que remete à aplicação imediata do conhecimento científico, visto que apresenta os conteúdos clássicos e os correlaciona com sua utilidade na vida cotidiana das pessoas. Desse modo, não são necessárias muitas alterações na programação curricular para introduzir a dimensão prática de alfabetização científica.

Já em relação à alfabetização tecnológica prática, a articulação não se apresenta de modo tão direto. O professor deve procurar concentrar sua análise na utilidade dos aparatos, seu princípio de funcionamento e sua relação com a temática. Para abordar esta dimensão de alfabetização tecnológica não basta compreender cientificamente como funciona um equipamento com um filtro HEPA (dimensão prática de alfabetização científica), se a não interação do indivíduo com esta linguagem o impede de optar por um dispositivo com esta tecnologia. Assim, além de discutirmos os filtros que auxiliam na purificação do ar interior, nosso foco para abordar essa dimensão de alfabetização tecnológica se deu nas características dos equipamentos portáteis de climatização interior, enfatizando suas vantagens e limitações em incrementar o conforto térmico e a qualidade do ar que respiramos, bem como na ênfase da simbologia associada ao funcionamento desses equipamentos.

Para contemplar a análise da dimensão cívica da ciência e da tecnologia, enfocamos a necessidade de uma postura crítica em relação à problemática da QAI, tanto ao questionar e exigir a qualidade do ar em ambientes climatizados públicos ou privados, quanto ao estabelecer critérios para a aquisição de um aparelho de ar-condicionado. Nessa categoria de ACT busca-se oportunizar condições para que os alunos possam discutir as implicações do desenvolvimento científico e tecnológico na sociedade. Para tanto, é importante estimular os alunos a reconhecerem a importância

¹¹ Alguns aspiradores de pó utilizam filtros do tipo HEPA (*High Efficiency Particulate Air Filters*), que em uma tradução livre poderíamos chamá-los de “*filtros de partículas de alta eficiência*”. O termo descreve os tipos de filtros projetados para captação e retenção de partículas submicrônicas, normalmente micro-organismos como ácaros, fungos e bactérias. Este filtro, além de reter estes micro-organismos, tem a função de inibir sua proliferação, uma vez que em sua composição há um agente antimicrobiano.

da tomada de decisão frente aos problemas sociais relacionados à ciência e a tecnologia, sejam eles locais ou globais.

Sobre esses aspectos, Krasilchick e Marandino (2004) esclarecem que:

Preparar o cidadão para pensar sobre questões que permitem várias respostas – muitas vezes conflitantes – demanda que ele seja alfabetizado em ciências. Considerando que, de um lado, há um crescimento marcadamente amplo da ciência e da tecnologia e, de outro, situações que agravam a miséria, a degradação ambiental e os conflitos étnicos, sociais e políticos, é preciso que os cidadãos estejam em condições de usar seus conhecimentos para fundamentar suas posições e ações (KRASILCHICK; MARANDINO, 2004, p. 34).

Quanto à dimensão cultural de alfabetização científica e tecnológica, esta relaciona-se à discussão de aspectos históricos, sociais e filosóficos envolvidos na ciência e na tecnologia. Trata-se de considerar a natureza do conhecimento científico e a natureza do conhecimento tecnológico de modo distinto, no sentido de que cada um deles (ciência e tecnologia) têm seus próprios questionamentos e especificidades. Entretanto, apesar de suas características particulares, ambos são construções humanas e, portanto, transitórios e sujeitos a inúmeras influências em seu processo de construção e desenvolvimento.

Sobre a dimensão cultural da alfabetização científica, Bocheco (2011) esclarece que:

Consiste em conceber a ciência como resultado de uma construção histórica e social. Admitir o seu caráter provisório e incerto, a sua não linearidade, os seus conflitos, fracassos e interesses. Estes pontos permitirão ao cidadão em formação conhecer as limitações dos conhecimentos científicos quando comparados com outras formas de saberes [...] aproximando os estudantes deste componente da cultura humana, evitando a visão de que a ciência constitui-se como uma verdade única e acabada (BOCHECO, 2011, p. 90-91).

Em nossa proposta, procuramos contemplar o potencial de alfabetização científica cultural ao discutir as limitações das explicações do modelo de partículas para interpretar a natureza da matéria e ao analisar as diversas hipóteses apresentadas, em diferentes momentos históricos, para a construção da teoria cinética dos gases. Buscamos assim, enfatizar o caráter transitório das teorias e “verdades” difundidas pela ciência.

Já para focar a dimensão cultural da alfabetização tecnológica, nos valem os conceitos da filosofia da tecnologia, pretendendo questionar a característica quase descartável dos dispositivos tecnológicos atuais e a dependência que adquirimos

destes equipamentos. Desse modo, buscamos discutir a maneira sutil como a tecnologia interfere em nosso modo de vida. Sutil, no sentido de que não percebemos as modificações que ela introduz, naturalizando sua influência e poder de transformação, sem refletir sobre sua intencionalidade.

Segundo Winner (1986), esta situação caracteriza uma espécie de “sonambulismo tecnológico” através do qual nossos hábitos, percepções, conceitos, ideias de espaço e tempo, relações sociais, limites morais e políticos, individuais, foram poderosamente reestruturados no decorrer do desenvolvimento tecnológico. O autor esclarece que se produziram grandes transformações na estrutura de nosso mundo comum em um curto espaço de tempo sem levar em conta o que implicavam estas alterações.

Por fim, a dimensão profissional ou econômica da alfabetização científica, consiste em envolver conhecimentos científicos mais específicos e complexos, que não envolvem situações presentes no dia a dia, mas que por outro lado “são importantes para determinadas áreas profissionais e encaixam-se com as ciências aplicadas e o setor produtivo” (BOCHECO, 2011, p. 91).

Esta categoria se destina principalmente a despertar o interesse dos alunos em determinadas carreiras científicas. Em nosso caso, procuramos contemplar o potencial de alfabetização científica profissional ao discutir o princípio de funcionamento e a utilidade dos catalisadores em diversas áreas do setor produtivo.

Dessa forma, nossa proposta de ensino priorizou abordar os conceitos sobre o estudo dos gases e a cinética química de forma a possibilitar aos alunos estabelecer relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, por meio das conexões estabelecidas pelos sete parâmetros de ACT, buscando promover a integração dos conhecimentos químicos através da temática da QAI.

2.4 A Dinâmica das Aulas e as Estratégias de Ensino

Para a elaboração e aplicação de nossa proposta de ensino, na perspectiva de alfabetização científica e tecnológica no Ensino de Química com Enfoque CTS, partimos de duas premissas: primeiro, a articulação do conjunto de aulas com os parâmetros de ACT propostos por Bochecho (2011) e, segundo, a necessidade de estratégias de ensino e de uma dinâmica para o andamento das aulas que incentivasse a participação dos estudantes, valorizando seus conhecimentos e buscando a superação do dogmatismo que caracteriza as aulas tradicionais de Química.

Na seção anterior, destacamos a correlação da temática e dos conhecimentos específicos da disciplina com os parâmetros de ACT selecionados. Na sequência explicitaremos a dinâmica escolhida para o andamento das aulas, e logo a seguir, descreveremos as estratégias didáticas utilizadas para seu desenvolvimento.

2.4.1 Os Três Momentos Pedagógicos

Para o desenvolvimento das aulas utilizamos como estratégia didática os Três Momentos Pedagógicos (3MP) (DELIZOICOV, 1982; 1983; 1991; DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002).

Os 3MP estabelecem uma perspectiva diferenciada para a atuação docente ao inverter a lógica da metodologia tradicional em que o professor apresenta respostas prontas antes de qualquer questionamento, descaracterizando seu papel como detentor único do saber e, ao valorizar os conhecimentos prévios dos alunos, também instiga sua curiosidade para buscar soluções aos problemas apresentados e participar ativamente das aulas.

Segundo Ferrari (2008), a origem dos 3MP remonta a década de 1980, quando durante o desenvolvimento de um projeto de Ensino de Ciências em Guiné-Bissau na África, Delizoicov (1982) e Angotti (1982) inspirados nas ideias de Paulo Freire estruturaram uma dinâmica para abordar temas em sala de aula.

Esta dinâmica¹² propõe o estabelecimento de uma prática dialógica em sala de aula entre o professor e os alunos e caracterizam-se por três etapas: *problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento*.

Na *problematização inicial* os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações apresentadas. Delizoicov (1982, p. 149) alerta que este é o momento em que “tudo que for dito ou que possa ser dito, apenas o aluno dirá, tendo o professor a função de estimulá-lo, ouvi-lo e ‘desafiá-lo’ para ‘sua leitura’ e descrição dos fatos”. Assim, neste momento cabe ao educador assumir a postura de não apresentar respostas imediatas aos problemas propostos, incentivando a discussão e buscando potencializar a problematização através de novos questionamentos sobre os argumentos apresentados pelos estudantes.

Por outro lado, é também nesse momento pedagógico que, através dos questionamentos ou das situações apresentadas pelo professor, são identificados os

¹² É importante destacar que apesar de serem utilizados em nossa proposta como estratégia didática para organizar o trabalho em sala de aula, os 3MP possuem uma abrangência maior e a literatura do Ensino de Ciências aponta diferentes formas para sua utilização. Nesse sentido, recomendamos a leitura dos trabalhos de Ferrari (2008) e Muenchen (2010) para maiores informações.

conhecimentos prévios dos estudantes sobre a temática, revelando seus conceitos intuitivos e motivando-os a buscar novos conhecimentos, que eles ainda não possuem, para se obter respostas para a problematização.

Nas palavras de Delizoicov e Angotti (1991):

Mais do que simples motivação para se introduzir um conteúdo específico, a problematização inicial visa a ligação deste conteúdo com situações reais que os alunos conhecem e presenciam, mas que não conseguem interpretar completa ou corretamente porque provavelmente não dispõe de conhecimentos científicos suficientes (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1991, p. 29).

No segundo momento, durante a *organização do conhecimento*, são trabalhados os conteúdos necessários para a solução dos problemas levantados na problematização inicial. Estabelecidos os questionamentos, surge a necessidade de discutir em profundidade os conceitos científicos e nesta etapa, a resolução de problemas e exercícios, como os apresentados nos livros didáticos, podem auxiliar na apropriação de conhecimentos específicos.

É importante ressaltar que o professor não deve se limitar a responder apenas as questões relacionadas ao problema proposto. Durante a organização do conhecimento é comum surgirem novos questionamentos e cabe ao educador, sempre que possível, responder a estas perguntas. Como afirmam Terrazan e Auler (1996):

Estes conhecimentos selecionados, transformados em conteúdo escolar, devem permitir não só a compreensão das situações-problema, inicialmente escolhidas, como também daquelas situações emergentes durante o processo de ensino. (TERRAZAN; AULER, 1996, p. 217).

Por fim, na *aplicação do conhecimento* ocorre a retomada da situação inicial, utilizando os conceitos desenvolvidos nas etapas anteriores para sua análise e interpretação. O conhecimento sistematizado é empregado para analisar e interpretar as situações propostas inicialmente e outras que possam ser explicadas e compreendidas pelo mesmo corpo de saberes. De acordo com Delizoicov (1982):

Na 'Aplicação do Conhecimento' podemos também ampliar o quadro das informações adquiridas ou ainda abranger conteúdo distinto da situação original (abstraida do cotidiano do aluno), mas decorrente da própria aplicação do conhecimento. É particularmente importante considerar esta função da 'Aplicação do Conhecimento'; é ela que, ampliando o conteúdo programático, extrapola-o para uma esfera que transcende o cotidiano do aluno (DELIZOICOV, 1982, p.150).

Desse modo, busca-se nesse momento, além do reencontro com a questão problematizadora, que o aluno perceba a importância do uso da estrutura do conhecimento científico para resolver várias outras situações significativas que, inevitavelmente, encontrará em sua vida. Segundo Delizoicov e Angotti (1991, p. 31), “pretende-se que, dinâmica e evolutivamente, o aluno perceba que o conhecimento, além de ser uma construção historicamente determinada desde que aprendido, é acessível a qualquer cidadão que dele pode fazer uso”.

Desde sua proposição inicial, os 3MP se difundiram no contexto educacional brasileiro e apesar de terem sido originalmente propostos como desdobramento da concepção freireana de educação aplicada ao Ensino de Ciências, atualmente eles são utilizados como estruturadores do trabalho em sala de aula para propostas embasadas em diferentes referenciais teóricos (FERRARI, 2008; MUENCHEN, 2010).

Assim, apesar de nos afastarmos do referencial freireano quanto aos critérios para seleção e abordagem dos temas, optamos por utilizar os 3MP no desenvolvimento das aulas de nossa proposta didática. Essa opção se justifica pelo fato de acreditarmos que os 3MP se apresentam como uma estratégia didática coerente com os propósitos da ACT com Enfoque CTS ao oportunizarem que, a partir do conhecimento prévio dos alunos, do diálogo e da reflexão crítica em sala, seja possível estabelecer conexões com as múltiplas dimensões do conhecimento científico, fundamentais num processo de alfabetização científica e tecnológica.

2.4.2 As Estratégias Didáticas para o Ensino de Química

Para construção e implementação de nossa proposta de investigação foi necessário pensar, além das dificuldades intrínsecas às questões relacionadas à tríade CTS e sua transposição para o contexto educacional, as estratégias didáticas que podem ser utilizadas para concretização dos objetivos educacionais estabelecidos. No entanto, qualquer discussão desta natureza envolve muitas variáveis que dão margem para uma série de recortes e entendimentos.

A possibilidade de se promover na disciplina de Química reflexões sobre as interações CTS precisa considerar as especificidades do conhecimento químico e sua relação com a cultura escolar, principalmente no contexto do Ensino Médio. Nesta modalidade de ensino, os currículos tradicionais têm enfatizado, na maioria das vezes, aspectos formais da Química, transformando seus conceitos em algo desvinculado de suas origens científicas e de qualquer conjuntura social ou tecnológica (MORTIMER; MACHADO, 2010).

Desse modo, dentro das alternativas possíveis para a utilização do Enfoque CTS nas aulas de Química, este estudo considerou a utilização de diferentes estratégias didáticas, tais como: experimentação, vídeos, textos de livros didáticos, de revistas de divulgação científica, trabalhos acadêmicos e notícias da internet.

Na sequência serão discutidas estas estratégias, enfatizando sua importância no processo de alfabetização científica e tecnológica no Ensino de Química.

2.4.2.1 Recursos Audiovisuais

A utilização de recursos audiovisuais vem sendo há muito tempo discutida e incorporada ao Ensino de Ciências, como demonstram as publicações disponíveis na área e a produção constante de filmes e vídeos sobre temas científicos (REZENDE, 2008).

A escola não acompanha o ritmo em que as informações são divulgadas pelos meios de comunicação e se evidencia a lacuna existente entre os saberes habitualmente abordados em sala de aula as informações veiculadas na mídia. Como destaca Zamboni (2001, p. 96), o discurso da divulgação científica “está presente nas sociedades modernas, em diversos espaços sociais e em múltiplos meios de comunicação”, não existindo um único veículo ou suporte para difundir a ciência. Devido a isso, a ciência encontra-se presente também nos vídeos, filmes e demais recursos que permeiam o ambiente social.

Assim, em uma sociedade altamente influenciada pela ciência e pela tecnologia, o Ensino de Química necessita de alternativas para superar um modelo de ensino tradicionalmente caracterizado pela transmissão de conceitos e pelo acúmulo de fórmulas no quadro negro.

Na busca por caminhos para relacionar a prática em sala de aula com a realidade dos alunos, o processo de aprendizagem pode ser mediado pela ação do professor com o uso de novos recursos e materiais didáticos. Dentre as opções disponíveis, o uso de vídeos ou filmes pode estabelecer uma relação positiva das mídias com o espaço educativo.

Segundo Leal (2010), a aplicação destes recursos surge como uma alternativa para auxiliar na contextualização dos conceitos científicos ao representarem uma opção interessante e motivadora para transmitir informações que traduzem valores culturais, sociais e ideológicos.

Já Arroio e Giordan (2006) destacam que a força da linguagem audiovisual e o apelo emocional provocado pelos vídeos ou filmes fornecem alternativas para

repensar as atividades em sala de aula a partir das sensações dos alunos, antes de adentrar na discussão de conceitos ou teorias. Para Arroio e Giordan (2006):

Um filme ou programa multimídia tem um forte apelo emocional e, por isso, motiva a aprendizagem dos conteúdos apresentados pelo professor. Ou seja, o sujeito compreende de maneira sensitiva, conhece por meio das sensações, reage diante dos estímulos dos sentidos, não apenas diante das argumentações da razão. Não se trata de uma simples transmissão de conhecimento, mas sim de aquisição de experiências de todo o tipo: conhecimento, emoções, atitudes, sensações etc. Além disso, a quebra de ritmo provocada pela apresentação de um audiovisual é saudável, pois altera a rotina da sala de aula e permite diversificar as atividades ali realizadas (ARROIO; GIORDAN, 2006, p. 9).

Os autores destacam que especificamente no âmbito do Ensino de Química os vídeos podem servir, por exemplo, para simular experiências perigosas de serem reproduzidas em laboratório, financeiramente dispendiosas ou, até mesmo, processos industriais aos quais os alunos normalmente não têm acesso.

Do mesmo modo, por meio de uma imagem podemos discutir a representação da fórmula de uma molécula complexa, identificando as interações entre os elementos que a compõe e/ou refletindo sobre os alcances e limitações da teoria que ampara essa representação. Também, um vídeo possibilita a reflexão sobre os perigos da manipulação incorreta de produtos agrícolas ou sobre os riscos presentes em ambientes climatizados sem a devida manutenção. São várias alternativas que se apresentam, devido aos acervos de materiais audiovisuais didáticos, de divulgação científica, de filmes comerciais e de arquivos presentes na internet ou mesmo em função da facilidade de produção de um vídeo doméstico.

Apesar de configurar uma série de ganhos para a prática educativa, a utilização dos recursos audiovisuais demanda alguns cuidados e determinados aspectos precisam ser considerados quando se pretende lançar mão desses recursos. Como advertem Vasconcelos e Leão (2010):

A interação que os alunos possam ter com o recurso vai depender de como a aula será desenvolvida após a exibição do mesmo, quais impactos (positivos ou negativos) serão criados nos alunos e o objetivo principal, se eles conseguiram aprender os conceitos ali trabalhados, ou se pelo menos houve uma mobilização deles para trabalhar estes conceitos em atividades posteriores. Sendo assim, cabe ao professor saber como melhor utilizar o recurso visual para atingir os objetivos, pré-definidos por ele, a serem alcançados pelos alunos (VASCONCELOS; LEÃO, 2010, p. 2).

No caso específico de nossa proposta de ensino, pesando as vantagens e os cuidados necessários para a utilização dos recursos audiovisuais, os vídeos foram introduzidos com uma dupla função: 1) motivar os alunos através da utilização em sala de um recurso diferenciado, nos moldes propostos por Arroio e Giordan (2006); e 2) introduzir trechos de reportagens veiculadas nos meios de comunicação como elementos auxiliares para o aprofundamento dos conceitos científicos e tecnológicos discutidos.

Buscamos deste modo, a integração dos recursos audiovisuais com os conteúdos específicos da Química, visando facilitar a organização das atividades de ensino e, ao optar por um recurso e linguagem familiares aos alunos, introduzir um elemento motivador nas aulas.

2.4.2.2 Divulgação Científica

Os textos de divulgação científica têm sido listados em pesquisas da área de educação em ciências como elementos complementares ao uso de materiais educativos tradicionais (SILVA; ALMEIDA, 2005; ABREU; FERREIRA; QUEIROZ, 2007; QUEIROZ; FERREIRA; IMASATO, 2012) e apresentam dentre outras potencialidades, a finalidade de popularizar as atividades da ciência e da tecnologia, familiarizando o público em geral com a linguagem do discurso científico.

Segundo Queiroz, Ferreira e Imasato (2012), estas pesquisas se amparam na importância que deve ser dada em sala de aula a práticas que facilitam a incorporação do conhecimento científico e contribuem para a formação de hábitos e atitudes que se mantém mesmo fora dos ambientes educativos.

Rocha (2010), em pesquisa realizada com professores de ciências, constatou a importância da divulgação científica para a contextualização dos conteúdos abordados e para possibilitar aos alunos o acesso a informações que contribuem para a formação de cidadãos críticos e conscientes de seu papel na sociedade. Segundo o autor, o trabalho com esses textos possibilita:

(I) a reflexão, a interação e a interpretação dos fatos, facilitando o processo de reelaboração das informações pelos alunos, o que é fundamental para construção do conhecimento; (II) a ampliação da visão de mundo do aluno, na medida em que permite a discussão e a troca de opiniões a respeito dos fatos apresentados; (III) a ampliação do universo lexical e da competência linguística do aluno; (IV) a vinculação dos conteúdos curriculares à realidade, fazendo com que o aluno perceba o sentido e a aplicabilidade do que aprende na

escola e (V) o desenvolvimento do hábito de leitura, seja por prazer ou por necessidade de buscar informações (ROCHA, 2010, p. 32).

No Paraná, as Diretrizes Curriculares Estaduais (DCE-PR) provocaram a discussão sobre a relação dos textos científicos com a aprendizagem no Ensino de Química. Ao fazer isso, elas corroboram com essa perspectiva e explicitam que:

Considera-se importante propor aos alunos leituras que contribuam para a sua formação e identificação cultural, que possam constituir elemento motivador para a aprendizagem da Química e contribuir, eventualmente, para a criação do hábito da leitura (PARANÁ, 2008, p.68).

As DCE enfatizam que as leituras devem ser utilizadas como instrumento de mediação entre o conhecimento abordado, o aluno e o professor. Também alertam para os cuidados em sua seleção, estabelecendo como critérios a linguagem, o conteúdo do texto, o aluno a quem ele se destina e, principalmente, o que pretende o professor atingir ao propor a atividade de leitura. Por fim, essas diretrizes sugerem uma série de endereços eletrônicos onde o educador pode encontrar textos que subsidiem sua prática pedagógica.

Os endereços sugeridos aos professores no documento apontam para revistas acadêmicas específicas para o Ensino de Química, normalmente dirigidas a um público especializado. Esses materiais são importantes ferramentas auxiliares para estruturação do trabalho docente em sala de aula, mas que apresentam um tipo de redação dotada de termos específicos que geram dificuldades para os não especialistas (MARTINS; CASSAB; ROCHA, 2001).

No entanto, quando se pretende ir além do trabalho em sala de aula e incentivar o hábito da leitura, textos divulgados na internet e revistas dirigidas ao público não especializado são mais apropriadas para os estudantes do Ensino Médio, pois como explicam Martins, Cassab e Rocha (2001, p. 23), “no que diz respeito à linguagem empregada, tanto o texto de divulgação quanto o texto didático estão organizados a partir de pressupostos acerca do público-alvo, seus interesses, necessidades e competências enquanto leitores”.

Já em âmbito nacional, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) realizam essa diferenciação e recomendam a incorporação de uma variedade de textos informativos como fontes alternativas de conhecimento científico. Explicitam que o aluno deve procurar “ser um leitor crítico e atento das notícias científicas divulgadas de diferentes formas: vídeos, programas de televisão, sites da Internet ou notícias de jornais” (BRASIL, 1999, p. 27).

Esse aspecto é destacado por Martins, Cassab e Rocha (2001), ao argumentar que os textos científicos provenientes de outras origens podem contribuir para o aprendizado em ciências, disponibilizando aos alunos uma maior diversidade de informações, além de propiciar o desenvolvimento de habilidades de leitura, o domínio de conceitos, formas de argumentação e elementos próprios da linguagem científica.

Para Silva (2005, p. 51), essas leituras podem ser utilizadas não só para discutir conceitos científicos e tecnológicos, mas também para refletir sobre aspectos relativos ao processo de produção desses conhecimentos, bem como “suas relações com o contexto político-econômico e sociocultural em que as atividades científicas e tecnológicas estão inseridas e até mesmo os interesses envolvidos na difusão destes conhecimentos”.

Desse modo, ao tomar contato com uma variedade de textos científicos, desde reportagens de mídia impressa até produções disponibilizadas na internet, o aluno aumenta sua capacidade de interpretação da realidade, num processo em direção a sua alfabetização científica e tecnológica.

2.4.2.3 Experimentação Problematicadora

Há um razoável consenso entre os professores de ciências de que as atividades experimentais devem permear as relações de ensino e aprendizagem, uma vez que estimulam o interesse dos alunos em sala de aula e sua participação em atividades subsequentes (GIORDAN, 1999; LABURÚ, 2006). Também é comum ouvir relatos de professores afirmando que a experimentação aumenta a capacidade de aprendizado, ao propiciar um maior engajamento dos alunos nos assuntos discutidos em sala (GIORDAN, 1999).

No entanto, apesar de extensivamente debatida e defendida, em geral, os professores tratam a experimentação de forma intuitiva e genérica, denotando a carência de reflexões no planejamento de experimentos com os quais é possível estreitar o elo entre motivação e aprendizagem (FRANCISCO JUNIOR; FERREIRA; HARTWIG, 2008).

Neste sentido, Hodson (1994) argumenta que há necessidade de um enfoque mais crítico em relação ao trabalho experimental e destaca que nem todos os aspectos das práticas experimentais funcionam como elementos motivadores ou facilitadores da aprendizagem dos alunos. Segundo o autor, não basta propor atividades nas quais os alunos sigam um receituário previamente estabelecido ou práticas em que apenas um pequeno número de estudantes realiza os experimentos

enquanto os demais copiam ou observam passivamente. Hodson (1994) também alerta que nem todas as questões demandam trabalho experimental e mesmo para aquelas que requerem este tratamento, o experimento por si só não motiva nem garante a compreensão de conceitos científicos.

Para Giordan (1999), uma abordagem experimental bem conduzida pode representar um papel importante na elaboração do conhecimento científico, não tanto pelos assuntos de que trata os fenômenos naturais, mas fundamentalmente porque a organização desses saberes pode ser dar nos entremeios desse processo de investigação.

O autor explica que a experimentação pode ser conduzida de duas formas: ilustrativa ou investigativa. Em sua modalidade ilustrativa, a experimentação é empregada para demonstrar conceitos apresentados em sala, buscando a comprovação de uma teoria discutida anteriormente. Nesta abordagem não há espaço para a problematização ou discussão dos resultados experimentais, além daqueles esperados e anunciados previamente pelo professor.

Ao eliminar a possibilidade do erro, a experimentação ilustrativa também impede qualquer aprendizado que poderia surgir dessa constatação, limitando seu potencial como promotora de reflexão para o aluno em favor de uma previsibilidade entediante. Sobre este aspecto, Guimarães (2009) argumenta que:

Quando o experimento é realizado unicamente com a intenção de que os alunos obtenham os resultados esperados pelo professor, não há problema algum a ser resolvido, e o aluno não é desafiado a testar suas próprias hipóteses ou encontrar inconsistência entre sua forma de explicar e a aceita cientificamente. Terá apenas que constatar a teoria e desprezar as divergências entre o que ele percebeu e o que acha que o professor espera que ele obtenha (GUIMARÃES, 2009, p. 198).

Já em relação à experimentação investigativa, esta parte de uma lógica inversa ao da experiência demonstrativa, sendo utilizada anteriormente a qualquer discussão conceitual apresentada pelo professor. Segundo Francisco Junior, Ferreira e Hartwig (2008, p. 34), a prática desenvolvida de modo investigativo se propõe “a obter informações que subsidiem a discussão, a reflexão, as ponderações e as explicações, de forma que o aluno compreenda não só os conceitos, mas a diferente forma de pensar e falar sobre o mundo por meio da ciência.”

Nessa modalidade de abordagem experimental o conteúdo a ser trabalhado se revela como resposta aos questionamentos e inquietações geradas nos educandos durante a interação com o contexto criado pela atividade prática. Exige-se assim que o

aluno assuma uma postura ativa e crítica, não se limitando apenas à observação ou execução do experimento proposto de forma mecânica e repetitiva.

Essas características são compatíveis à dinâmica dos momentos pedagógicos. Assim, optamos em nossa proposta didática por utilizar uma perspectiva investigativa de experimentação integrada aos 3MP, visando a discussão conceitual dos experimentos associada a sua problematização.

Segundo Francisco Junior, Ferreira e Hartwig (2008) nesta estratégia de ensino, denominada experimentação problematizadora, o professor recorre da observação, da leitura, da escrita e do diálogo durante as aulas práticas, objetivando a construção do conhecimento crítico do aluno. Os autores destacam que, quando associada aos 3MP, a experimentação problematizadora deve funcionar como integrante de, pelo menos, um dos momentos pedagógicos.

No caso específico do presente estudo, o uso de experimentos foi empregado para a problematização inicial e em determinados momentos, para a organização do conhecimento. Contudo, nada impede que um experimento seja utilizado na etapa de aplicação do conhecimento ou ainda nos três momentos pedagógicos.

Ao utilizar um experimento como primeiro momento pedagógico deve-se ter o cuidado de não apresentar explicações para as experiências, buscando problematizar as observações dos alunos, instigando-os a questionar suas conclusões e perceber a necessidade de outros conhecimentos para interpretar os resultados encontrados. Em geral, recomenda-se privilegiar nessa etapa o trabalho em pequenos grupos, de dois ou três integrantes, para que haja oportunidade para a discussão e argumentação com os colegas, ao tentar construir sua própria leitura dos eventos (FRANCISCO JUNIOR; FERREIRA; HARTWIG, 2008).

Já quando utilizados como segundo momento pedagógico, os experimentos propostos devem auxiliar aos alunos a responder os questionamentos introduzidos pelo professor durante o primeiro momento pedagógico. Esses questionamentos podem surgir de perguntas abertas ou de outras observações experimentais que necessitem ser reelaboradas para uma interpretação mais ampla do fenômeno observado.

Em nossa proposta não utilizamos a experimentação como terceiro momento pedagógico. No entanto é importante destacar que existem várias possibilidades para sua utilização na etapa de aplicação do conhecimento. Algumas dessas alternativas são propostas por Francisco Junior, Ferreira e Hartwig (2008).

Os autores argumentam que ao fazer esta escolha é necessário que o professor atente para abordar o conhecimento estudado a partir de um prisma distinto em relação aos outros dois momentos pedagógicos. De acordo com os autores:

O professor pode apresentar um experimento que envolva a interpretação a partir dos mesmos conceitos, exigindo, dessa forma, que os alunos apliquem os conhecimentos desenvolvidos em um contexto diferente. Também há a possibilidade de descrever um procedimento experimental, apresentando os resultados e solicitando aos estudantes explicações (FRANCISCO JUNIOR; FERREIRA; HARTWIG, 2008, p. 36).

Assim, ao associar uma postura investigativa com a dinâmica proposta pelos 3MP evidencia-se a estreita relação entre a teoria e a prática nas aulas de Química, bem como seu potencial para desenvolver conhecimentos e atitudes relacionados aos processos de reflexão e tomada de decisões, imprescindíveis para uma alfabetização científica e tecnológica.

Outro ponto importante a considerar em relação à experimentação é o fato de que as escolas públicas brasileiras enfrentam problemas de adequação para suas aulas experimentais.

Segundo Benite e Benite (2009), as escolas sofrem com o alto custo de implantação e manutenção de laboratórios, além da necessidade de compra de materiais e reagentes que precisam frequentemente ser renovados ou substituídos. Os autores destacam que os empecilhos relacionados ao tamanho das turmas, sua disposição no ambiente e seu deslocamento, também são fatores determinantes para o reduzido número de aulas experimentais no Ensino de Química.

Tendo em mente que a maioria das escolas públicas não possui estrutura, reagentes ou equipamentos necessários para a realização de experimentos complexos, selecionamos em nossa proposta didática práticas com materiais de baixo custo e possíveis de serem realizadas em sala de aula. Convém ressaltar que não pretendemos com esta opção isentar os órgãos mantenedores de suas responsabilidades em prover materiais e condições de trabalho para a realização de aulas teóricas ou práticas. No entanto, além de exigir das autoridades competentes o exercício de suas funções, também cabe ao professor atentar a realidade encontrada nas escolas públicas brasileiras e buscar meios para a realização de experiências práticas nas aulas de Química.

Vieira, Figueiredo-Filho e Fatibello-Filho (2007) corroboram com a necessidade de buscar alternativas e defendem que um dos caminhos para superar as dificuldades operacionais encontradas nas escolas repousa na utilização de experimentos de baixo custo. Argumentam que além de apresentar a possibilidade de diminuição do custo operacional dos laboratórios, oportunizando um aumento na quantidade de experiências possíveis de serem realizadas durante o ano letivo, também implicam na geração de menor quantidade de lixo químico.

Desse modo, também nos alinhamos a Guimarães (2009) ao defender que independente do grau de complexidade das práticas implementadas, a experimentação no Ensino de Química constitui um importante recurso pedagógico que pode auxiliar na construção de conceitos, por se tratar de uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação.

Tendo esclarecido as principais estratégias didáticas utilizadas, pretendemos a seguir apresentar algumas considerações sobre os caminhos metodológicos de nossa investigação.

CAPÍTULO 3. QUALIDADE DO AR INTERIOR: CAMINHOS DA INVESTIGAÇÃO

Nesta pesquisa objetivamos investigar os caminhos conceituais e as alternativas pedagógicas para o desenvolvimento de abordagens com Enfoque CTS no Ensino Médio para, a partir disso, analisar os limites e potencialidades de tais abordagens na busca por um processo de alfabetização científica e tecnológica.

Como destacado anteriormente, pretendemos refletir sobre estas questões por meio da discussão de uma experiência prática implantada em um ambiente educacional formal. Considerando o contexto escolar, em específico a sala de aula, como principal foco de investigação, optamos por desenvolver uma intervenção pontual, em uma escola pública da região metropolitana de Curitiba-PR.

Dadas as particularidades de um estudo social realizado em seu ambiente natural e a necessidade de obter dados capazes de revelar com maior detalhe e profundidade as concepções dos alunos, optamos pela pesquisa qualitativa. Segundo André (1988, p. 16), “os fenômenos humanos e sociais são muito complexos e dinâmicos, o que torna quase impossível o estabelecimento de leis gerais como na física e na biologia” e, desse modo, faz-se necessário dispor de mecanismos que priorizem a interpretação dos fatos à sua simples mensuração.

Com este intuito, no presente capítulo pretendemos esboçar a opção metodológica adotada para a pesquisa. Aqui também caracterizaremos o contexto de aplicação, os instrumentos e a técnica utilizada para constituição e análise dos dados obtidos na investigação.

3.1 A Metodologia de Pesquisa

Até o presente momento tivemos nos concentrado em apresentar a fundamentação teórica que norteia nossa pesquisa esperando que a mesma, além de dar suporte à nossa proposta de ensino, também possa indicar caminhos a professores que buscam novas práticas docentes voltadas à educação científica e tecnológica. Todavia, neste momento nossa preocupação metodológica avançará para além do domínio das discussões pedagógicas, visto que a consecução dos objetivos

de uma pesquisa está intimamente relacionada ao processo de constituição dos dados, sua análise e interpretação (SEVERINO, 1996).

Desse modo, pretendemos a seguir, explicitar a nossa opção metodológica para constituir os dados de nossa pesquisa e assim, poder responder à questão central deste trabalho: *quais são os limites e potencialidades da abordagem CTS no Ensino de Química a partir da temática da QAI como promotora de alfabetização científica e tecnológica?* Com este intuito, a partir da definição da temática e sua articulação com uma série de parâmetros de alfabetização científica e alfabetização tecnológica, elaboramos uma proposta didática com Enfoque CTS integrada à proposta curricular do estabelecimento de ensino, buscando contemplar conteúdos relacionados ao ensino dos gases e à cinética química. Por fim, desenvolvemos as atividades previstas na proposta didática junto a uma turma de estudantes do segundo ano do Ensino Médio.

De modo a constituir elementos para uma análise que permita responder ao nosso problema de pesquisa e considerando a natureza da investigação, buscamos uma metodologia que admitisse a coparticipação do pesquisador e possibilitasse investigar a dinâmica da realidade sociocultural dos estudantes. Optamos, então, por uma abordagem qualitativa de natureza interpretativa e com observação participante.

Moreira e Caleffe (2006) esclarecem que a observação participante é uma técnica que possibilita ao pesquisador entrar no mundo social dos participantes do estudo. O pesquisador vai a campo no intuito de captar a dinâmica do fenômeno analisado no contexto em que ocorre e do qual também é parte integrante. Ao aceitar a ideia do pesquisador como parte do processo de análise, optamos pela interação direta entre os atores envolvidos (o pesquisador atuou como professor regente da turma durante o desenvolvimento do estudo). Acreditamos que dessa forma, como o professor já estava inserido no contexto de sala de aula, prevaleceu uma relação de confiança entre o grupo.

Sobre a definição do que vem a ser uma pesquisa qualitativa, Moreira e Caleffe (2006) esclarecem que se trata de uma abordagem essencialmente interpretativa, que se preocupa em descrever e investigar a realidade social por meio do seu entendimento subjetivo, buscando compartilhar significados com outros. Esse processo é caracterizado por uma interação contínua, desde o momento de sua concepção até o seu término, no qual “o investigador e o investigado estão interligados de uma tal forma que os resultados da investigação são uma criação literal do processo de investigação” (MOREIRA; CALEFFE, 2006, p. 63).

Estas características são ressaltadas por Teixeira (2002, p. 123-124), ao argumentar que a pesquisa qualitativa é pautada pela “lógica da análise

fenomenológica, isto é, da compreensão dos fenômenos (fatos que acontecem naquele ambiente que está sendo pesquisado), a qual irá descrever e interpretar tais fenômenos”. Desse modo, também é importante considerar o contexto nesta modalidade de pesquisa, visto que este exerce influência sobre seus atores.

As escolas e as salas de aula são ambientes sociais complexos em que interagem, de várias maneiras, grupos de pessoas que têm histórias e interesses diversos. Esses fatores interferem na maneira como o professor conduz seu trabalho na escola e afetam naturalmente o ensino e a aprendizagem, apresentando um grande desafio ao entendimento das relações que se estabelecem nestes locais (MOREIRA; CALEFFE, 2006).

No entanto, apesar das dificuldades inerentes a especificidade desse tipo de investigação é possível esboçar algumas de suas características. Bogdan e Biklen *apud* Lüdke e André (1996) apresentam cinco características básicas que configuram uma pesquisa qualitativa:

1) *A pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento.* Segundo as autoras, a pesquisa requer o contato direto e prolongado com o contexto em que está situado o fenômeno de interesse, sem a intervenção intencional do pesquisador.

2) *Os dados constituídos são predominantemente descritivos.* Nessa pesquisa, todos os dados obtidos do ambiente são considerados importantes, pois eles são resultado de interpretações de fenômenos associados a um contexto e momento específicos. As autoras destacam a riqueza de informações obtidas nessa pesquisa, as quais são puramente descritivas (descrição de acontecimentos, pessoas, situações, etc.).

3) *A preocupação com o processo é muito maior do que com o produto.* Neste tipo de pesquisa, observa-se que a questão a ser investigada manifesta-se nas atividades realizadas ao longo da investigação. Aqui, reitera-se a importância de todo o processo para a composição dos dados para análise. Não basta constituir dados antes e ao final do processo para através da comparação destes estados, inicial e final, tecer considerações sobre o fenômeno investigado.

4) *O ‘significado’ que as pessoas dão às coisas e à sua vida são focos de atenção especial pelo pesquisador.* Nesse sentido, a expectativa do participante é bastante valiosa e o pesquisador deve estar sempre atento a todas as sutilezas que emergem do ambiente investigado. Não só em relação a informações intelectuais, racionais, mas as emoções, valores, crenças e pontos de vista dos indivíduos envolvidos naquele contexto social.

5) *A análise dos dados tende a seguir um processo indutivo.* Na pesquisa qualitativa o pesquisador não se preocupa em procurar dados ou buscar evidências para comprovação de hipóteses e suposições definidas *a priori*. O pesquisador inicia seu trabalho com um quadro teórico e com um conjunto de problemas que são examinados na medida em que os dados vão sendo coletados, mas não pode propor um projeto de pesquisa qualitativo que estabeleça previamente aquilo que seja importante encontrar.

Lüdke e André (1986) esclarecem que a pesquisa qualitativa envolve a captação de dados descritivos, os quais são obtidos através do contato direto do pesquisador com a situação estudada. Assim, quando engajado em uma pesquisa qualitativa, o pesquisador não deve menosprezar a importância de sua capacidade de interpretação do processo e precisa considerar a hipótese de utilizar uma grande diversidade de dados para analisar e compreender a dinâmica do fenômeno investigado.

Sobre os instrumentos para a constituição de dados, Triviños (1987) cita o questionário aberto, a observação livre, a entrevista semiestruturada e os diários, entre outros com potencial para permitir ao pesquisador atingir os objetivos a que se propôs no início de seu trabalho. O autor alerta para o fato de que ao lidar com dados qualitativos, o pesquisador precisa considerar a participação do sujeito como um dos elementos de seu fazer científico e deve apoiar-se em técnicas e métodos que reúnam características específicas, capazes de ressaltar a importância do observador e daqueles que fornecem as informações.

Assim, levando em consideração a natureza deste estudo, utilizamos como técnicas de constituição de dados: gravações em áudio das aulas, atividades desenvolvidas pelos alunos e, questionários e relatos das aulas em diários produzidos pelos alunos e pelo professor (denominados aqui como diários de bordo).

Com estas escolhas nos alinhamos a Moreira e Caleffe (2006), quando argumentam que o pesquisador, ao buscar a interpretação do contexto investigado, aceita a si próprio como instrumento para constituição de dados e encontra ferramentas e técnicas para ajudá-lo:

[...] a) na observação participante (no seu mais amplo sentido); b) nas entrevistas (estruturadas, semiestruturadas e não-estruturadas); c) em diários (gravação contínua da pesquisa em virtude de estar no trabalho de campo); d) memórias analíticas (interpretações indutivas emergentes enquanto ainda está executando o trabalho de campo); e e) gravação de fitas de vídeo (para análises mais profundas). (MOREIRA; CALEFFE, 2006, p. 64).

Desse modo, tratando-se especificamente de nosso trabalho de pesquisa, é possível considerar que suas características, desde o início, foram compatíveis com uma abordagem do tipo qualitativa. Em vista disso, este estudo está fundamentado em uma pesquisa descritiva com procedimentos básicos de uma pesquisa qualitativa de natureza interpretativa e com observação participante.

3.2 Descrição do Contexto de Investigação: a realidade escolar

Para o desenvolvimento de nossa pesquisa, buscamos analisar os limites e potencialidades da abordagem temática com Enfoque CTS no Ensino de Química por meio de uma intervenção didático-pedagógica com uma turma escolar de Ensino Médio da rede estadual de ensino.

A escolha da turma se baseou a partir da atividade docente ao longo do ano letivo de 2013. Naquele ano lecionei a disciplina de Química para turmas da segunda e terceira séries (a proposta de abordagem temática, conforme vimos no capítulo anterior, foi desenhada para ser desenvolvida concomitantemente com o estudo de conteúdos de Química associados à segunda série do Ensino Médio).

Dentre as possibilidades disponíveis para escolha haviam duas turmas de segunda série no período matutino e uma do período vespertino. Após uma conversa com a direção e com a equipe pedagógica da escola, optamos por desenvolver a intervenção na única turma do período da tarde. Esta escolha se deu em função de sugestão proposta pela coordenação pedagógica da escola.

Apesar de não haver nenhum impedimento para seu desenvolvimento em qualquer um dos turnos, recomendou-se sua implantação no período da tarde, na expectativa de que a proposta auxiliasse a amenizar a elevada taxa de evasão tradicionalmente verificada nesse período escolar.

Segundo relato da equipe pedagógica, os alunos argumentam que preferem estudar pela manhã, buscando remanejamento sempre que surgem vagas e, no caso de arranjam um emprego ou estágio, eles normalmente mudam para o período noturno ou solicitam transferência da escola. Neste contexto, as turmas do vespertino apresentam um número reduzido de alunos e sofrem com os remanejamentos e transferências durante o ano.

Desse modo, selecionamos para o desenvolvimento de nossa proposta, uma turma de segunda série do Ensino Médio e seguindo sugestão da equipe pedagógica da escola, optamos pela turma do período vespertino.

O contexto de desenvolvimento da proposta didática foi uma instituição pública de ensino localizada na região metropolitana de Curitiba. O colégio encontra-se jurisdicionado pela rede estadual na chamada Área Metropolitana Sul, região que engloba uma série de municípios do estado do Paraná (Agudos do Sul, Araucária, Balsa Nova, Campo do Tenente, Campo Largo, Contenda, Fazenda Rio Grande, Lapa, Mandirituba, Piên, Quitandinha, Rio Negro, São José dos Pinhais e Tijucas do Sul).

A instituição oferta cursos em nível médio (formação geral e técnica) e atende um público de cerca de 2000 estudantes. Possui alunos provenientes de todos os bairros e localidades do município, além de atender alguns alunos oriundos das cidades próximas.

Para a pesquisa foram considerados os dados constituídos prioritariamente nas aulas de Química de uma turma de segunda série do Ensino Médio, totalizando 20 estudantes, sendo 11 alunas e nove alunos. Destes, apenas 18 estudantes assistiam às aulas regularmente (os demais compareciam eventualmente, um deles devido a tratamentos de saúde e o outro, apesar de constantes tentativas da equipe pedagógica, não justificava satisfatoriamente suas ausências).

Em relação ao perfil da turma, primeiramente destacamos que é considerada pequena para os padrões da escola. Em geral, as turmas apresentam entre 35 e 40 alunos, ou seja, quase o dobro desse número. Esta turma iniciou o ano com 36 alunos, mas possuía apenas 20 matriculados no início da investigação. Os motivos para esse fato repousam nas características específicas do período vespertino, descritas anteriormente.

Um segundo aspecto está relacionado à faixa etária dos estudantes, a qual gira em torno dos 16 anos (média). Destes, 17 estudantes (85%) possuíam 16 anos de idade, dois estudantes possuíam 17 anos de idade e um deles possuía 22 anos. Por fim, um terceiro aspecto observado está no fato de que 10% dos estudantes desta turma moravam em outro município, deslocando-se todos os dias cerca de 18 quilômetros para estudar, pois residiam no município no momento da matrícula e mesmo após mudarem-se para outra cidade, seus pais preferiram que permanecessem na escola até o término do aluno letivo.

Na seção a seguir detalharemos os instrumentos utilizados, bem como os procedimentos adotados para a constituição dos dados necessários para a nossa análise.

3.3 Instrumentos Utilizados para Constituição de Dados

Com o propósito de investigar os limites e potencialidades Enfoque CTS como promotor de ACT no Ensino de Química a partir da temática da QAI , selecionamos (como esclarecemos na seção anterior) uma turma de segunda série do Ensino Médio em um colégio que lecionamos àquele período. Analisamos o currículo da disciplina de Química contida na proposta pedagógica curricular do estabelecimento de ensino e selecionamos dentre os conteúdos específicos da disciplina naquela série aqueles que se relacionavam com a temática. Procedemos então à articulação desses conteúdos com uma série de parâmetros de alfabetização científica e tecnológica para propor uma sequência de aulas. Juntamente com esta articulação, organizamos os assuntos a cada aula segundo a dinâmica recomendada pelos três momentos pedagógicos.

Tendo isso em mente, estabelecemos um cronograma prévio para o desenvolvimento de nossas atividades. A estruturação de uma proposta didática levou em consideração a carga horária anual da matriz curricular do curso (80 horas). Concebemos uma proposta didática – *O Estudo dos Gases, a Cinética Química e a Qualidade do Ar Interior* — de 14 aulas que seriam ministradas no período do mês de setembro e novembro de 2013 com duração de 7 semanas.

Uma semana antes do início do desenvolvimento da proposta didática conversamos com os estudantes, expondo que desenvolveríamos um trabalho diferenciado no último trimestre do ano letivo. Lembramos a todos os estudantes que, por se tratar de conteúdos previstos no planejamento anual da disciplina, estas atividades estariam integradas ao cronograma da escola e desse modo, iríamos realizar os procedimentos avaliativos e o registro de frequência normalmente. Os alunos foram informados sobre os objetivos desta pesquisa e para participar do estudo solicitou-se a autorização dos responsáveis por meio de um termo específico, encontrado no APÊNDICE 1.

Por esta investigação se tratar de uma pesquisa qualitativa e de natureza interpretativa, selecionamos para a constituição de dados alguns instrumentos específicos. Os instrumentos constituídos foram os diários de bordo produzidos (estudantes, professor), as atividades realizadas pelos alunos e as gravações em áudio das aulas.

Como parte integrante do processo avaliativo e, conseqüentemente, da composição da nota trimestral da disciplina, avisamos antes do início do desenvolvimento da proposta didática que cada estudante ficaria responsável por

sistematizar cada uma das 14 aulas ministradas. Sempre na aula subsequente, o estudante entregaria o diário de bordo relativo à aula anterior.

Neste diário, o qual se tratava de um texto narrativo, o estudante apresentaria suas impressões sobre a aula observada, registrando o máximo de informações possíveis sobre a mesma (metodologia empregada, interferências externas e internas, horários, conteúdos ministrados, impressões suas e de suas colegas, etc.). Tivemos o cuidado de salientar aos estudantes de que sua nota estava condicionada a entrega dos diários de bordo e não ao conteúdo destes. Buscamos assim, explicitar que o importante eram suas impressões sobre o desenvolvimento das aulas, sendo elas positivas ou negativas. Com este instrumento pretendemos captar as visões dos estudantes acerca do desenvolvimento das aulas. O modelo usado para a produção da sistematização encontra-se no APÊNDICE 2.

Ao final do desenvolvimento da proposta didática obtivemos 254 diários de bordo relativos ao conjunto de 14 aulas, o que nos dá uma média de aproximadamente 18 diários por aula. De modo a organizá-los e preservar a identidade de seus responsáveis, atribuímos a cada diário de bordo um código (D001 a D254). Esta nomenclatura segue a ordem de recebimento dos diários em sala e não é baseada na numeração do registro de classe da turma ou em qualquer outra ordem preestabelecida. Como nem todos os alunos compareceram a todas as aulas ou entregaram suas impressões nas aulas subsequentes, houve pequena diferença entre o número previsto e o número de diários recebidos.

Enquanto parte integrante do processo, procurei ao longo do desenvolvimento das atividades da proposta didática também produzir meu próprio diário, o diário do professor (P01 a P14). Imediatamente após cada aula da proposta didática, registrei minhas impressões como professor da turma, tomando o cuidado de fazer a leitura do processo enquanto parte integrante do mesmo. A sequência numérica da nomenclatura dos diários do professor está relacionada à sequência das aulas (P01 relativo a aula 01, P02 relativo a aula 02, etc.). Estes registros, aula após aula, deram origem aos diários do professor (APÊNDICE 3) e contém as descrições relativas às experiências e impressões sobre o desenvolvimento de cada aula, bem como os eventuais problemas enfrentados.

Como fonte complementar de dados, optamos por gravar o áudio de cada aula. Antes do início do desenvolvimento das atividades da proposta didática informamos aos estudantes de que pretendíamos realizar as gravações e não houve objeções por parte do grupo (os responsáveis pelos alunos autorizaram as gravações por meio de contato telefônico realizado pela equipe pedagógica da escola). Esclarecemos que

estas gravações objetivavam apenas construir um retrato das aulas e que não haveria nenhum motivo para que mudassem seu comportamento em sala.

Nesse sentido, optamos pelo registro em áudio e não pelo registro em vídeo, de modo a não intervir no contexto de desenvolvimento das atividades. Para o registro em áudio inicialmente utilizamos um dispositivo portátil de forma discreta, mas no decorrer do conjunto de aulas optamos por deixá-lo visível sobre a mesa do professor para facilitar a captação das falas dos alunos. Em nenhum momento os estudantes pareceram desconfortáveis com este fato e houve até alguns alunos que sugeriram gravar as aulas em seus aparelhos de telefone, argumentando que os dispositivos apresentavam uma boa captação de som e que isso ajudaria ao professor. Os registros em áudio das aulas foram utilizados para auxiliar na construção dos diários do professor.

Ao término das atividades previstas na proposta didática foram aplicados aos estudantes dois conjuntos de questões abertas, sob a forma questionários. O primeiro conjunto de questões, denominado questionário final (QF01 a QF20), teve o intuito de analisar em que medida os estudantes reagiram à abordagem CTS dos conteúdos relacionados à disciplina, a temática e sua articulação com os parâmetros de ACT utilizados. O segundo conjunto de questões abertas trata-se de um questionário avaliativo (QA01 a QA20), que buscou captar as impressões dos alunos sobre o desenvolvimento da proposta didática e sobre sua própria participação nas discussões realizadas em sala. Ambos os questionários produzidos pelos estudantes foram tabulados sem uma ordenação previamente estabelecida, visando proteger a identidade dos alunos. Os modelos utilizados para a produção dos questionários encontram-se no APÊNDICE 4 e APÊNDICE 5.

Todas as atividades produzidas em sala foram utilizadas para o acompanhamento do aprendizado e foram analisadas para a composição parcial da nota trimestral para a disciplina. Essas atividades, após terem sido discutidas com os estudantes, foram recolhidas e juntamente com os questionários propostos ao término do conjunto de aulas, compõem outra fonte de dados para análise da pesquisa.

3.4 Metodologia para Análise dos Dados

Para a análise dos dados constituídos durante o contexto da investigação, optamos por utilizar a Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2007), devido à natureza qualitativa e interpretativa de nossa pesquisa.

Segundo Moraes (2003), pesquisas qualitativas têm cada vez mais se utilizado de análises textuais quando pretendem aprofundar a compreensão dos fenômenos investigados e não apenas testar hipóteses para comprová-las ou refutá-las ao final da pesquisa. Assim, no intuito de descrever e interpretar os fenômenos observados de maneira detalhada, buscando apreender as compreensões dos sujeitos envolvidos na investigação recorreremos à técnica da Análise Textual Discursiva (ATD).

Moraes e Galiazzi (2007), explicam que a ATD pode ser entendida como um processo de desconstrução, seguido da reconstrução, de um conjunto de materiais linguísticos e discursivos. Neste contexto, envolve identificar e fragmentar os materiais submetidos à análise, denominados de *corpus* da pesquisa, buscando categorizá-los através de um processo descritivo e interpretativo, tendo como base para sua elaboração o sistema de categorias construído.

Desse modo, a realização da ATD emerge a partir do conjunto de documentos denominado *corpus*. Esses documentos representam as informações da pesquisa e carregam consigo discursos que necessitam ser descritos e interpretados pelo pesquisador para a construção de significados aos fenômenos investigados.

Partindo desta inferência, definimos e delimitamos o *corpus* de análise através de uma série de documentos produzidos durante o processo e descritos na seção anterior, como indicado no Quadro 6.

Corpus da Pesquisa	Sujeitos da Pesquisa
14 diários de bordo	01 Professor de Química da EB
254 diários de bordo	20 Estudantes do 2º. Ano do Ensino Médio
20 questionários finais	
20 questionários avaliativos	

QUADRO 6 – CORPUS DA PESQUISA

FONTE: O Autor (2015)

Moraes (2003) esclarece que uma vez definido o *corpus* da pesquisa a ATD configura-se como um processo auto-organizado de construção de compreensão em que novos entendimentos emergem de uma sequência recursiva de três componentes: desconstrução do *corpus* (*unitarização*), estabelecimento de relações entre os elementos unitários (*categorização*), e o captar do novo emergente em que a nova compreensão é comunicada e validada (*comunicação*). O autor compara essa metodologia a uma tempestade de luz, em que a partir da construção da desordem

surgem *insights*, percepções, que possibilitam desvelar novas visões, novas compreensões em relação aos fenômenos investigados.

No âmbito da ATD a desconstrução é o processo de transformação do *corpus* em elementos textuais significativos, caracterizando-os de forma a buscar uma compreensão ampla das possibilidades de sentidos atribuídos pelos atores. Nessa fragmentação pretende-se perceber os sentidos dos textos em seus múltiplos aspectos, embora se saiba “que um limite final e absoluto nunca é atingido” (MORAES; GALIAZZI, 2007, p. 18).

Um aspecto importante a ser considerado nesta etapa é a perspectiva teórica adotada pelo pesquisador, de modo consciente ou não, visto que “ainda que se possa admitir o esforço em pôr entre parênteses essas teorias, qualquer leitura implica ou exige algum tipo de teoria para poder concretizar-se” (MORAES; GALIAZZI, 2007, p.16), ou seja, é praticamente impossível ler e interpretar sem teoria. Como destacam os autores:

Se as teorias estão sempre presentes em qualquer leitura, também o estarão nas diferentes etapas da análise. Essas teorias podem ser implícitas ou explícitas. O conhecimento das teorias que fundamentam uma pesquisa pode facilitar o processo da análise textual. Isso entretanto não é uma exigência, uma vez que o pesquisador também pode ter pretensões de construir teorias a partir do material que analisa. Não significa que nesse caso não haja teorias que o orientem, mas o pesquisador exercita um esforço de construir novas teorias a partir de elementos teóricos de seus interlocutores empíricos, manifestados por meio dos textos que analisam (MORAES; GALIAZZI, 2007, p.15).

Desse modo, o pesquisador atribui significados para as produções analisadas baseado em seus conhecimentos, intenções e teorias. Nesse processo, surgem novas compreensões, novos sentidos e significados que são os objetivos da análise.

Dessa fase de desconstrução emergem as unidades de análise, também denominadas unidades de significado ou de sentido (*unitarização*), que são definidas em função dos propósitos da pesquisa. Nesse primeiro ciclo da análise não é necessário que o pesquisador limite-se aos conteúdos dos textos, havendo a possibilidade da construção de unidades de análise a partir de sentidos implícitos. No entanto, para surgirem tais interpretações é necessário um profundo envolvimento com o material de análise, indispensável para emergência de novas compreensões. Segundo Moraes e Galiazzi (2007),

A impregnação persistente nas informações dos documentos do corpus passa por um processo de desorganização e desconstrução, antes que se possa atingir novas compreensões. É preciso

desestabilizar a ordem estabelecida, desorganizando o conhecimento existente. Tendo como referência as ideias dos sistemas complexos, esse processo consiste em levar o sistema semântico ao limite do caos. A unitarização é um processo que produz desordem a partir de um conjunto de textos ordenados. Torna caótica o que era ordenado. Nesse espaço uma nova ordem pode constituir à certa desordem. O estabelecimento de novas relações entre os elementos unitários de base possibilita a construção de uma nova ordem, representando novas compreensões em relação aos fenômenos investigados (MORAES; GALIAZZI, 2007, p. 21).

A partir da definição das unidades de significado, ocorre seu agrupamento em categorias. Nessa etapa há comparação entre as unidades originadas do *corpus*, conduzindo a agrupamentos de elementos com sentidos semelhantes. Essas categorias podem ser produzidas por diferentes metodologias, dentre estas se destacam: o método dedutivo e o método indutivo.

A partir do método dedutivo as categorias são definidas *a priori*, ou seja, são construídas através do referencial teórico do pesquisador antes de examinar o *corpus*. Enquanto que, no método indutivo, as categorias emergem durante a análise das unidades produzidas do *corpus*.

Há também sempre a possibilidade de produzir categorias através da mescla dos métodos dedutivo e indutivo, em um processo intuitivo. Segundo essa perspectiva, partindo de categorias definidas *a priori*, o pesquisador faz alterações gradativas no conjunto inicial de categorias através do exame das informações do *corpus* de análise, aperfeiçoando um conjunto prévio de categorias produzidas por dedução.

Segundo Moraes e Galiazzi (2007, p. 24), “as categorias produzidas por intuição originam-se de inspirações repentinas que se apresentam ao pesquisador a partir de uma intensa impregnação”, assim, por meio de um processo intuitivo, emergem novas compreensões. No entanto, ressalta-se que, de certo modo, os métodos dedutivo e indutivo sempre requerem um pouco de intuição.

Desse modo, independentemente do método utilizado para a produção das categoriais, esta fase se constitui em um processo que busca estabelecer articulações entre as unidades de análise para a elaboração de uma nova ordenação, de forma a ampliar o entendimento sobre a investigação dos fenômenos. Segundo Torres *et al.* (2008):

Essa etapa consiste no cotejo contínuo entre as unidades de análise estabelecidas previamente, de forma a aglutinar elementos textuais que apresentam proximidades de sentidos e significação, em que se originam as categorias. Esse procedimento deve ser recursivo para a lapidação das categorias e se processa através dos mecanismos sensoriais de dedução, indução e intuição do pesquisador, que

concomitantemente permeiam o processo de investigação analítica (TORRES *et al.* 2008, p. 5 – grifos dos autores).

Uma vez definidas as categorias, inicia-se outro processo, a construção textos descritivos e interpretativos, que visam a explicitação de relações entre as categorias.

Segundo Moraes e Galiuzzi (2007), podem ser produzidos diferentes tipos de textos a partir do processo de ATD, dependendo da ênfase dada à descrição e à interpretação e dos diferentes objetivos da análise. Nesse sentido, alguns textos serão mais descritivos, resultando em aproximação com o *corpus* da pesquisa, enquanto outros serão mais interpretativos, ocasionando um afastamento maior em relação ao *corpus* analisado.

Contudo, independente da forma em que os textos são apresentados, Moraes (2003) destaca que a qualidade, originalidade e confiabilidade dessa representação discursiva têm como fatores determinantes o conhecimento dos materiais de análise e os referenciais teóricos e epistemológicos do investigador.

Tendo em vista as considerações apresentadas, no próximo capítulo faremos a análise e discussão dos dados constituídos durante o desenvolvimento da pesquisa.

CAPÍTULO 4. DO DISCURSO À PRÁTICA: RESULTADOS E REFLEXÕES

No presente capítulo pretendemos apresentar uma análise dos dados constituídas através da reflexão sobre o processo referente às atividades, discussões teóricas e práticas experimentais realizadas nas aulas que compuseram o desenvolvimento da proposta didática “*O Estudo dos Gases, a Cinética Química e a Qualidade do Ar Interior*”.

Com esse intuito, num primeiro momento, faremos a descrição do desenvolvimento das atividades da proposta por meio dos relatos dos sujeitos envolvidos (professor e estudantes) e, a partir de tais relatos, teceremos algumas considerações em torno do processo. Num segundo momento analisaremos os dados constituídos durante a investigação à luz do referencial teórico da ATD, de modo a inferir em que medida a abordagem contribuiu para a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes.

4.1 A Proposta Didática

O objetivo principal desta seção consiste em apresentar uma leitura de todo o processo realizado na escola referente às atividades e aos encaminhamentos realizados nas aulas que compuseram o desenvolvimento de nossa intervenção.

Conforme já dissemos, o objetivo da pesquisa consiste em analisar quais os limites e potencialidades de uma abordagem com Enfoque CTS no Ensino de Química a partir da temática da QAI. Para tal, a partir do referencial teórico apresentado nos capítulos anteriores buscamos estruturar uma proposta didática articulada aos conteúdos específicos da disciplina relativos ao ensino dos gases e a cinética química e desenvolvê-la junto a estudantes que estivessem cursando a segunda série do Ensino Médio.

Tendo em vista a amplitude do tema, bem como as características do currículo da escola onde essa proposta seria desenvolvida destinamos à abordagem temática um total de 14 aulas¹³, as quais foram ministradas no segundo semestre de 2013.

Como a organização curricular da instituição de ensino é feita trimestralmente, as atividades foram realizadas no último trimestre letivo, entre os meses de setembro e novembro de 2013, respeitando a grade curricular da escola que prevê um total de duas aulas semanais de 50 minutos, totalizando sete semanas. A proposta de distribuição das aulas durante as sete semanas, a lista de recursos e os objetivos de aprendizagem de cada aula são apresentados no Quadro 7. A proposta em sua íntegra encontra-se disponível no APÊNDICE 6.

Proposta Didática			
<i>O Estudo dos Gases, a Cinética Química e a Qualidade do Ar Interior</i>			
Aula		Instrumentos didáticos	Objetivos de aprendizagem em relação ao estudante
1	A Qualidade do Ar Interior	Texto: “ <i>Qualidade do Ar Interior</i> ” Quadro de giz Roteiro do estudante	Discutir maneiras para se evitar ou minimizar os efeitos nocivos da poluição do ar interior Conhecer os sintomas e as doenças relacionadas com a qualidade do ar interior Conhecer os principais poluentes encontrados em ambientes interiores e seu impacto na saúde
2	Construindo um Modelo para os Materiais Gasosos	Atividade: “Frasco de perfume aberto” Prática: “Difusão do ácido clorídrico e da amônia” Roteiro do estudante	Refletir sobre as dificuldades de manter a qualidade do ar em ambientes interiores devido a características inerentes ao estado gasoso Compreender o fenômeno da difusão gasosa Compreender os fatores que influenciam na velocidade de difusão dos gases
3	Construindo um Modelo para os Materiais Gasosos	Práticas: “Seringa com ar”; “Aquecimento de um balão de erlenmeyer cheio de ar”; “Vácuo em um frasco”	Compreender a influência da variação da pressão, do volume e da temperatura no comportamento dos gases Relacionar o efeito da temperatura com a energia cinética e a variação da velocidade das moléculas de um gás Associar o comportamento dos gases com as hipóteses do modelo de partículas

¹³ O número de aulas alocadas na proposta didática se deu em função da carga horária anual da disciplina de Química. Na escola em que as atividades foram desenvolvidas esta carga horária é de 80 horas.

Aula		Instrumentos didáticos	Objetivos de aprendizagem em relação ao estudante
4	Construindo um Modelo para os Materiais Gasosos	Texto: "A Teoria Cinética dos Gases" Quadro de giz; Roteiro do estudante	Compreender o modelo de partículas e a Teoria Cinética dos Gases Compreender as transformações isotérmicas, isobáricas e isocóricas de um gás Interpretar o comportamento dos gases e as suas transformações a partir do modelo de partículas
5	Modelos Científicos	Prática: "Caixas pretas"; Quadro de giz Roteiro do estudante	Compreender as vantagens e limitações de um modelo científico Caracterizar as principais etapas presentes na construção de um modelo científico Refletir sobre o caráter transitório das "verdades" científicas
6	A Natureza da Ciência	Texto: "Os caminhos da ciência" Quadro de giz Roteiro do estudante	Refletir sobre a ciência como uma construção humana, transitória e sujeita a influências internas e externas ao seu processo de construção Refletir sobre a importância de superar as impressões de senso comum sobre o conhecimento científico e adotar uma postura crítica em relação às informações divulgadas pela mídia
7	Equação dos Gases Ideais	Texto: "Gases reais e gases ideais" Quadro de giz Roteiro do estudante	Compreender a Equação dos Gases Ideais Refletir sobre as generalizações e aproximações intrínsecas à Teoria Cinética dos Gases e as demais teorias científicas Diferenciar um gás real de um gás ideal
8	A Síndrome do Edifício Doente e os Ambientes Climatizados	Trecho (Vídeo): "Qualidade do Ar Interior em ambientes climatizados"; Texto: "Edifícios doentes, eles podem ser letais" Roteiro do estudante	Refletir sobre a qualidade do ar em ambientes climatizados Conhecer a legislação nacional sobre a qualidade do ar interior em ambientes climatizados Compreender os cuidados necessários para a manutenção de ambientes climatizados Conhecer os sintomas e doenças associados à Síndrome dos Edifícios Doentes
9	Aparelhos de Climatização Interior	Trecho (Vídeo): "Umidificadores" Texto: "Aparelhos domésticos de climatização interior" Quadro de giz Roteiro do estudante	Diferenciar os principais tipos de aparelhos domésticos utilizados para climatização de ambientes interiores Compreender as funções, utilidades e cuidados necessários para utilização dos aparelhos domésticos de climatização do ar Estabelecer critérios para aquisição de um equipamento doméstico de climatização do ar interior
10	Aparelhos de Purificação do Ar Interior	Texto: "Aparelhos de purificação do ar interior" Quadro de giz Roteiro do estudante	Conhecer os principais dispositivos utilizados para purificação do ar interior Compreender o princípio de funcionamento dos aparelhos de purificação de ar, suas utilidades e limitações

Aula		Instrumentos didáticos	Objetivos de aprendizagem em relação ao estudante
11	A Natureza da Tecnologia	Texto: “A filosofia da tecnologia?” Quadro de giz Roteiro do estudante	Refletir sobre a intencionalidade intrínseca a diversos aparatos tecnológicos Refletir sobre a natureza da Tecnologia e o modo como interfere em nossa percepção e interação com a realidade Discutir as relações de neutralidade-intencionalidade e autonomia-controle dos diversos aparatos tecnológicos que fazem parte de nossa vida
12	A Cinética das Reações e o Modelo de Partículas	Prática: “Você pode controlar reações? Como?”	Refletir sobre a cinética das reações sob a ótica do modelo de partículas Compreender a influência da temperatura e da superfície de contato na velocidade das reações
13	A Cinética das Reações e o Modelo de Partículas	Prática: “Você pode controlar reações? Como?”	Refletir sobre a cinética das reações sob a ótica do modelo de partículas Compreender a influência concentração dos reagentes e dos catalisadores na velocidade das reações
14	Cinética Química: Catalisadores	Texto: “Monóxido de carbono: mais do que um gás letal” Quadro de giz Roteiro do estudante	Compreender a influência dos catalisadores na velocidade das reações Refletir sobre as aplicações dos catalisadores em diversos processos industriais

QUADRO 7- O ENSINO DE QUÍMICA E A QAI

FONTE: O Autor (2015)

Para uma melhor organização desta seção, apresentamos separadamente a descrição de cada uma das aulas. Como instrumentos de dados para auxiliar no processo de descrição utilizamos os diários de bordo do professor e dos estudantes¹⁴, objetivando possibilitar o resgate da maior quantidade de elementos que permearam o conjunto de aulas desenvolvidas ao longo do último trimestre letivo de 2013.

Apresentamos a seguir a descrição de cada uma das 14 aulas, destacando as etapas dos momentos pedagógicos e as estratégias didáticas utilizadas para o seu desenvolvimento. Ao final de cada aula também salientamos as possíveis articulações com os parâmetros de ACT.

Entretanto, antes do detalhamento da intervenção convém explicitar que apesar de destacarmos a possibilidade da discussão de alguns dos parâmetros de ACT em

¹⁴ Em geral, durante a transcrição dos textos produzidos pelos estudantes tomamos o cuidado de não alterar a versão original desses materiais. Em alguns casos foram realizadas pequenas correções ortográficas e gramaticais. Esta opção se deu unicamente para facilitar o entendimento e somente quando as consideramos imprescindíveis para a leitura. Devido à grande quantidade de diários construídos pelos alunos, optamos por reproduzir no APÊNDICE 7 apenas os trechos dos diários citados na presente pesquisa.

cada uma das aulas, isso não implica que a referida aula se proponha a enfatizar apenas aqueles parâmetros mencionados ou ignore as relações imbricadas entre os demais.

Como se trata de uma intervenção pontual em uma situação real de sala de aula que pretende contemplar as dimensões práticas, cívicas, culturais e econômicas de um processo de ACT, fez-se necessário estabelecer prioridades para cada um dos encontros. Por outro lado, dada a especificidade da temática e dos conteúdos disciplinares é natural que algumas das dimensões de ACT sejam mais frequentes que outras ao longo do conjunto de aulas.

Aula 01 – A Qualidade do Ar Interior

A primeira aula da proposta didática objetivou introduzir o estudo dos gases através da temática da QAI. Neste primeiro momento houve maior ênfase aos perigos associados à poluição do ar interior, seus principais agentes e as maneiras de prevenir ou minimizar os efeitos indesejados desses poluentes. Buscamos por meio de um texto construído a partir de trabalhos acadêmicos e de dados da Agência de Proteção Ambiental Norte-americana advertir sobre a relevância da temática para a saúde e bem-estar da população.

Descrição da aula: No início da aula introduzimos os seguintes questionamentos: 1- Quando se fala em poluição do ar, qual a primeira ideia que lhes vêm à cabeça? 2- Vocês acham que é possível que o ar dentro de casa se torne poluído? 3- Vocês já ouviram falar em poluição do ar interior? 4- Vocês conhecem alguma substância que pode contaminar o ar interior? 5- De onde vêm os poluentes do ar interior? 6- Como podemos controlar a poluição do ar interior? Estas questões objetivaram identificar as concepções prévias dos estudantes em relação a qualidade do ar que respiramos em ambientes fechados e motivá-los a refletir sobre a importância da temática, caracterizando a *problematização inicial*.

Segundo nosso diário (PO1), os alunos não conheciam a temática e apresentavam a impressão de que a qualidade do ar que respiravam estava estreitamente relacionada à qualidade do ar exterior.

Os alunos foram unânimes em afirmar que poderia haver poluição do ar interior e justificaram que isto ocorria devido à má qualidade do ar exterior. Afirmaram que esta era a única fonte da poluição e que através da restrição do fluxo de ar exterior haveria incremento da qualidade do ar interior. Quando perguntamos especificamente sobre as diferenças na qualidade do ar interior e do ar exterior, as respostas foram variadas. Alguns acreditavam que o ar exterior era mais

poluído (devido às fábricas), enquanto outros argumentaram que seria o ambiente interno (devido à falta de ventilação).

Quando questionados sobre as expressões 'poluição do ar interior' ou 'poluição indoor', os alunos afirmaram que nunca haviam ouvido tais termos e que também não conheciam nenhuma substância responsável pela poluição do ar em ambientes fechados (além do ar exterior). Em relação a alternativas para a melhoria da qualidade do ar interior, um dos alunos sugeriu a utilização de aparelhos de purificação de ar (P01).

Logo após, na etapa de *organização do conhecimento*, os alunos realizaram a leitura de um texto de apoio que apresentava a temática da QAI (APÊNDICE 6). Esse texto destacava os principais poluentes do ar interno, suas fontes e efeitos na saúde. Em duplas os alunos construíram suas respostas relativas às questões propostas para análise e reflexão. Sobre este momento destacamos o interesse demonstrado em relação ao texto e ao assunto apresentado:

Não houve resistência a leitura do texto e o debate nas equipes foi bastante produtivo. Os alunos não apresentaram dificuldades em resolver as questões propostas e nas discussões houve referências as diversas fontes de poluição do ar interior, como o tabaco, os sistemas de ar condicionado, os materiais de construção e o armazenamento incorreto dos produtos de limpeza (P01).

Ao término das discussões e respectivas conclusões das equipes, foi organizado um grande grupo para socializar as respostas e analisar o tema. Sobre essa etapa, os estudantes relatam em seus diários sensibilização sobre a importância de discutir a QAI e surpresa em relação aos perigos associados ao ar interior:

[...] começamos a debater sobre a qualidade do ar das casas em geral e das cidades com fábricas mais próximas. No começo da aula eu sinceramente achava que o ar dentro das casas tinha uma qualidade melhor, mas lendo o texto e com a explicação do professor vi que dentro de casa existem mais materiais que possam poluir o ar (D002).

[...] chegamos à conclusão de que o ar que respiramos dentro de casa é de uma qualidade bem inferior ao ar externo e isso porque existem dentro de nossa casa vários produtos poluentes [...] Nós quase sempre pensamos o contrário porque a poluição interna é sempre invisível, sem que nós percebamos ela nos faz mal, enquanto a poluição do ar externo é bem mais visível e também menor, já que o ar está em circulação constantemente (D012).

A etapa de *aplicação do conhecimento* se deu por meio da retomada das questões propostas na *problematização inicial* e através de uma atividade que propunha uma reflexão sobre os perigos de gases associados à poluição interior e que podem ser produzidos pela manipulação incorreta dos produtos de limpeza.

Articulação com os parâmetros de ACT: Esta aula apresenta potencial para *alfabetização científica prática* por meio da caracterização dos principais poluentes encontrados em ambientes internos e suas principais fontes de emissão; e potencial para *alfabetização científica cívica*, ao oportunizar discussões sobre atitudes e alternativas para se evitar ou minimizar os efeitos nocivos da poluição do ar em interiores, bem como reflexões sobre o modo como as patologias relacionadas a poluição do ar interior interferem na qualidade de vida das pessoas.

Aula 02 – Construindo um Modelo para os Materiais Gasosos

Na primeira aula foram abordadas questões referentes à poluição interior e algumas fontes de substâncias presentes nos ambientes internos que podem causar problemas de saúde. Grande parte desses poluentes se encontra no estado gasoso e a capacidade de difusão dos gases aumenta sua mobilidade e deslocamento. Desse modo, os assuntos discutidos na primeira aula foram utilizados como elementos introdutórios para a segunda aula.

Para abordar os conceitos relacionados ao estudo dos gases e compreender o princípio da difusão gasosa foi realizada uma atividade e um experimento. A atividade apresentou a dupla função de introduzir os questionamentos da problematização inicial e, por meio de sua interpretação, proporcionar uma das etapas da organização do conhecimento.

Descrição da aula: Antes do início da aula deixamos alguns frascos de perfume abertos na sala, sem alertar antecipadamente os alunos. Quando eles perceberam o odor diferenciado houve a introdução dos questionamentos relativos à *problematização inicial*: 1- Por que ao abrir este frasco é possível sentir o cheiro do perfume em toda a sala? O que acontece com o perfume quando o frasco é aberto? Como poderíamos explicar o fato do cheiro se espalhar por toda a sala? 2- Em um mesmo ambiente, vocês acham que os gases se movimentam sempre na mesma velocidade ou existem gases que se deslocam mais rápidos que outros? 3- Como esta característica dos gases se relaciona com a poluição do ar interior?

Em suas falas, os estudantes apresentaram opiniões distintas sobre a relação do cheiro com o gás e das velocidades de deslocamento de diferentes gases. Nesse momento nenhum aluno associou aspectos relacionados ao deslocamento dos gases com a poluição interior. Como destacado no diário P02:

Eles argumentaram que o ar estaria levando o cheiro porque os frascos estavam abertos. Quando questionados se o ar estaria carregando o cheiro ou se o cheiro é que se deslocava pelo ar, houve

opiniões distintas. Seguimos nosso questionamento perguntando se em um mesmo ambiente dois gases distintos se espalhariam a mesma velocidade. Um dos alunos argumentou dependeria da densidade dos gases, enquanto outro acreditava que aquele que possuísse cheiro mais forte se deslocaria mais rápido. Alguns alunos concordaram com as argumentações e associaram as duas hipóteses, teorizando que quanto mais denso um gás, mais forte seria seu cheiro e maior sua velocidade de deslocamento. Quando questionados sobre a relação entre a facilidade de deslocamento dos gases e a poluição do ar interior, nenhum dos alunos se pronunciou (P02).

Após os alunos apresentarem suas opiniões foi proposta a análise de uma atividade e a realização de um experimento. Esta análise caracterizou a etapa da *organização do conhecimento*. A seguir, descrevemos a atividade e o experimento:

Atividade: Os alunos (individualmente) tiveram que propor um modelo para explicar a difusão pela sala do gás contido nos frascos deixados propositalmente pelo professor antes do início da aula. Este modelo foi descrito através de um desenho representando a substância, inicialmente dentro do frasco e depois espalhando-se pela sala de aula. Os alunos reunidos em equipes selecionaram um modelo consensual para ser apresentado ao professor e aos demais grupos.

Não houve dificuldades para representar um modelo característico do sistema proposto, como explicitado em nosso diário:

Neste exercício foi pedido para que fizessem dois desenhos, um representando as moléculas do gás dentro do frasco e outro representando as moléculas após sua difusão pela sala de aula. A maioria dos estudantes intuitivamente representou as moléculas por pontos, mais próximas no primeiro desenho e espalhadas no segundo (P02).

Experimento: Os alunos reunidos em equipes e auxiliados pelo professor, investigaram a velocidade de deslocamento de dois gases, o ácido clorídrico (HCl) e a amônia (NH₃). A experiência foi realizada inserindo dois chumaços de algodão embebidos com as substâncias e colocados individualmente nas extremidades opostas de um tubo de vidro. Alguns segundos depois houve a formação de um anel gasoso (vapores de cloreto de amônio) dentro do tubo, localizado mais distante da extremidade embebida com amônia. Após a realização do experimento, os alunos propuseram hipóteses para explicar o fenômeno e a razão pela qual os vapores de cloreto de amônio se formaram mais próximo da extremidade em que havia o chumaço de algodão contendo HCl e não no meio do tubo.

O diário do estudante D019 apresenta uma descrição do experimento realizado e suas conclusões:

No experimento o professor chamou todos para perto da mesa onde havia um tubo de vidro, dois cotonetes com tampões e dois vidros com substâncias [...] Pegamos um cotonete cada um e mergulhamos eles em substâncias. Cada um colocou um cotonete na ponta do tubo de vidro e ficamos esperando alguns minutos quando de repente surge um vapor um pouco antes do meio do tubo e aí fica a pergunta, o que ocorreu ali? Ocorreu uma reação química que formou uma terceira substância e só era possível ver porque o clorídrico é visível e só não se formou vapor no meio do tubo de vidro porque uma substância é mais pesada que a outra e isso faz com que uma se espalhe mais rápido que a outra (D019).

Ao término das discussões mediadas pelo professor e a elaboração das conclusões das equipes, foi organizado um grande grupo para socializar as respostas apresentadas e analisar os dados obtidos. Neste momento relacionamos o fenômeno de difusão dos gases e os fatores que afetam a velocidade dessa difusão com a qualidade do ar interior e caracterizou o modelo de partículas, corrigindo eventuais lacunas na representação dos desenhos referentes à atividade. Em relação ao experimento, salientamos que podem existir outros fatores, além da massa molecular, responsáveis por alterar a velocidade de difusão dos gases.

A aplicação do conhecimento se deu mediante o seguinte questionamento: No início da aula vocês sentiram o cheiro do perfume pouco tempo depois do vidro ter sido aberto. Da mesma forma, quando deixamos o gás de cozinha vazando, sentimos o cheiro, que nos alerta do perigo. Nas duas situações descritas acima, quando sentimos um cheiro significa que o gás já se difundiu pelo ambiente ou o odor e o gás são coisas distintas?

Após a realização da atividade e do experimento seguidos de sua discussão, os alunos não apresentaram dificuldades para responder ao questionamento proposto. Como ressalta o estudante no diário D016:

[...] no final da aula o professor deu uma pergunta para a gente responder. Nós tínhamos que falar se o gás de cozinha quando está vazando é a mesma coisa que o cheiro dele. É sim, porque se não tiver gás vazando não terá o odor ou o cheiro, só existe um porque tem o outro (D016).

Articulação com os parâmetros de ACT: Esta aula apresenta potencial para *alfabetização científica prática* mediante a compreensão do modelo científico atualmente aceito para explicar a capacidade de dispersão dos gases.

Aula 03 – Construindo um Modelo para os Materiais Gasosos

Esta aula objetivou construir um modelo para os materiais gasosos através do modelo de partículas. O estudo foi norteado por algumas experiências práticas que visavam apresentar as principais características relacionadas à Teoria Cinética dos Gases.

Descrição da aula: A aula teve início a partir do seguinte questionamento, relativo à *problematização inicial*: Uma das características dos gases é a sua capacidade de difusão. Sabemos que a massa molecular influencia na velocidade de difusão das substâncias gasosas. Quais outros fatores podem alterar o comportamento dos gases?

Os alunos apresentaram algumas hipóteses, como destacamos em nosso diário:

Inicialmente a única hipótese apresentada foi a de que a pressão atmosférica seria um fator capaz de alterar o comportamento dos gases. Como os alunos não pareciam muito envolvidos, insistimos no questionamento retomando o conceito de difusão gasosa lembrando o experimento realizado na aula anterior. Depois disso, surgiram as hipóteses de que as correntes de ar e a temperatura também influenciavam no comportamento dos gases (P03).

Depois dos alunos emitirem suas opiniões foram propostos três experimentos para auxiliar na *organização do conhecimento*, cujos roteiros foram construídos a partir das atividades propostas por Mortimer e Machado (2011).

1º Experimento: Neste experimento os alunos comprimiram o ar que estava dentro de uma seringa, observando o sistema antes e depois da compressão. Após a discussão em grupo, os integrantes selecionaram um modelo consensual para ser representado. Este modelo foi descrito em um desenho representando o sistema inicial (antes da compressão) e final (depois da compressão).

2º Experimento: Os alunos utilizaram para este experimento um sistema formado por um balão kitassato cheio de ar, fechado e conectado a uma seringa. Ao puxarem o êmbolo da seringa, foi removido parte do ar contido no frasco. Após realizarem esse procedimento os alunos observaram as alterações no sistema e propuseram um desenho que representava o sistema inicial (antes de puxar o êmbolo) e final (após puxar o êmbolo).

3º Experimento: Os alunos conectaram um balão de látex à boca de um erlenmeyer. Em seguida, com o auxílio de uma garra de madeira, aqueceram o sistema com uma manta elétrica, observando as alterações antes e depois do aquecimento. Após realizarem esse procedimento, os alunos propuseram um modelo

explicativo, por meio de um desenho representando o sistema inicial (antes do aquecimento) e final (após o aquecimento).

Após as conclusões das equipes foi organizada uma grande discussão com toda a sala para socializar as respostas dos estudantes e analisar os experimentos. Neste momento apresentamos alguns elementos da Teoria Cinética dos Gases mediante o modelo de partículas, corrigindo eventuais lacunas na representação dos desenhos referentes aos experimentos e nas respostas às questões propostas para sua compreensão.

Não houve dificuldades para a realização dos experimentos ou para as representações dos modelos propostos. As maiores dúvidas surgiram durante a manipulação das equações matemáticas associadas aos modelos. Conforme destacamos em nosso diário:

Não houve dificuldades na representação das moléculas segundo o modelo de partículas e alguns alunos comentaram que se tratava de uma noção intuitiva. Percebemos que os maiores problemas encontrados para a resolução das atividades ocorreram nas atividades que relacionavam a variação da densidade dos gases em função da alteração de sua massa e volume. Os alunos demonstraram dificuldades em manipular a equação matemática que representa a densidade e compreender as relações de proporcionalidade envolvidas (P03).

Apesar das dificuldades encontradas, os estudantes ao analisar o desenvolvimento da aula enfatizaram em seus diários a importância da experimentação nas aulas de Química:

Eu achei legal essa aula porque gosto de coisas que envolvem experiência, pois apresentam coisas que nós nunca parariamos para raciocinar e quando fazemos esse tipo de aula aprendemos e descobrimos coisas novas e dá vontade de querer fazer mais experimentos para que possamos descobrir mais coisas [...] (D031).

Quando o professor falou para nós fazermos experimentos eu gostei muito porque eu adoro coisas novas e fazer experimento é muito diferente e legal, eu aprendi muito com as experiências e com a aula. É muito legal saber sobre a movimentação das moléculas e para saber ou ter uma noção sobre a movimentação das moléculas é preciso ter imaginação, por que apesar e não estarmos vendo nada a olhos nus, nós estamos imaginando (o que é muito legal) (D037).

A *aplicação do conhecimento* se deu por meio de uma situação problema que busca relacionar os efeitos da variação da pressão com uma situação comumente enfrentada em nosso cotidiano: “A *variação de pressão tem grande influência no*

comportamento dos gases. Porque ficamos com a audição alterada quando descemos ou subimos a Serra do Mar?”

A maioria dos alunos conseguiu responder satisfatoriamente a questão proposta e relacionar a variação da pressão interna do corpo humano com a variação da pressão atmosférica. Acreditamos que os experimentos e as discussões realizadas em sala cumpriram os objetivos propostos para a aula.

Articulação com os parâmetros de ACT: Esta aula apresenta potencial para *alfabetização científica prática* por meio da compreensão do modelo científico atualmente aceito para explicar o comportamento dos gases e das principais propriedades do estado gasoso (compressibilidade, difusão e expansibilidade).

Aula 04 – Construindo um Modelo para os Materiais Gasosos

Nesta aula buscamos ampliar a análise do modelo construído para os materiais gasosos por meio do modelo de partículas. O estudo foi realizado mediante a sistematização dos pressupostos da teoria cinética dos gases, enfocando as variáveis de estado dos gases e as transformações de uma massa fixa de gás.

Descrição da aula: A programada para durar 50 minutos, iniciou com atraso de cerca de 3 minutos. O sinal sonoro que indica o início e término das aulas esteve desligado durante todo o dia, devido à reforma que se realizava concomitantemente ao período letivo. A turma estava mais agitada do que de costume e que havia muito barulho na sala em função da movimentação de alunos nos corredores e nas salas adjacentes. Devido a esses fatores, houve a necessidade de chamar a atenção dos alunos para que a aula pudesse ser iniciada como planejado.

Contornados estes imprevistos, a *problematização inicial* ocorreu com uma série de questionamentos: 1- A hipótese de que um gás seja constituído de partículas muito pequenas que se movimentam no espaço vazio é um modelo interessante para explicar algumas propriedades dos gases. A partir desse modelo, como podemos explicar a compressão e a difusão dos gases? E a pressão exercida por um gás? E a influência da variação de temperatura no comportamento dos gases? 2- Normalmente, quando uma partícula qualquer se choca com outra, ela diminui sua velocidade. Por que as partículas que formam os gases não “param”, visto que se chocam constantemente? 3- Você sabe o que é uma transformação isotérmica? E uma transformação isobárica ou isovolumétrica? Como o modelo de partículas explica essas transformações?

Nesse primeiro momento os alunos apresentaram dificuldades para relacionar a compressão e difusão gasosa com o modelo discutido na aula anterior. Já em

relação à influência da temperatura e da pressão no comportamento dos gases houve associação com a agitação molecular e com a força dos choques das moléculas nas paredes de um recipiente. Sobre as transformações gasosas houve confusão com os termos endotérmico, exotérmico e isotérmico. Em relação a esse assunto, destacamos em nosso diário:

Em relação às transformações gasosas, questionamos o significado de uma transformação isotérmica e um dos alunos argumentou que se tratava de uma transformação que cede calor, evidentemente confundindo transformação isotérmica com uma reação exotérmica (aquela que libera calor). Outro aluno discordou, afirmando que uma reação isotérmica seria aquela que mantém o calor. Utilizou como justificativa a marca de um veículo refrigerado que mantém a temperatura de sua carga constante. Quando questionados sobre o significado de transformações isobáricas e isocóricas nenhum dos alunos respondeu. Logo em seguida, optamos por perguntar sobre uma transformação isovolumétrica – informando se tratar de sinônimo para transformação isocórica – e houve associação com volume constante (P04).

Para a *organização do conhecimento* foi realizada a leitura do texto de apoio, adaptado de Santos e Mól (2010) e Mortimer e Machado (2011), que apresentava de forma sucinta a teoria cinética dos gases e as hipóteses do modelo de partículas para explicar o comportamento dos gases em transformações isotérmicas, isovolumétricas e isobáricas. O texto também apresentava alguns questionamentos: *Quando você descasca uma mexerica, as pessoas à sua volta sentem o cheiro da fruta. Como você explica o fenômeno de o cheiro se espalhar? Por que o cheiro seria menos perceptível no inverno?* Após as conclusões das equipes, mediante a mediação do professor, a discussão foi ampliada para toda a turma para socializar as respostas dos estudantes e analisar o tema.

O texto utilizado e a resolução das atividades propostas auxiliaram os estudantes a compreenderem o conceito de difusão gasosa e a influência da variação de temperatura e da pressão no comportamento dos gases. De acordo com o diário do estudante (D047):

Nós aprendemos que como as partículas estão em constante movimento e a energia cinética é diretamente proporcional à temperatura, mesmo a temperaturas muito baixas elas possuem energia cinética. Apenas no zero da escala [Kelvin], equivalente a -273 °C, cessaria todo o movimento das partículas. E os materiais gasosos são constituídos por partículas muito pequenas e que se movimentam porque possuem energia cinética, e não existem forças atrativas ou repulsivas entre elas. E também vimos que no inverno como a temperatura é baixa faz com que as partículas se movimentam mais lentamente. Já no verão diferentemente do inverno, o calor faz as moléculas ficarem mais agitadas (D047).

Houve a necessidade de nossa intervenção para auxiliar na compreensão de alguns dos exercícios e na análise das situações propostas. Apesar dos alunos apresentarem entendimento do significado atribuído pelo modelo de partículas as variáveis de estado (P, V, T) individualmente, houve dificuldades em relacioná-las, em compreender a influência que elas têm umas nas outras.

A *aplicação do conhecimento* foi realizada por meio de uma atividade que buscou ampliar o modelo de partículas, inicialmente desenvolvido para o estado gasoso, para outros dois estados da matéria (o líquido e o sólido). Neste exercício, os alunos comparavam as características de cada estado físico através dos critérios de forma e volume, sensorial e do modelo de partículas (MORTIMER; MACHADO, 2011).

Os alunos não apresentaram dificuldades em resolver esta questão e houve alguns que optaram por representar seu entendimento dos estados físicos através de desenhos.

Articulação com os parâmetros de ACT: Esta aula apresenta potencial para *alfabetização científica prática* mediante a compreensão do modelo científico atualmente aceito para explicar o comportamento dos gases, das principais propriedades do estado gasoso (compressibilidade, difusão e expansibilidade) e da Lei Geral dos Gases Ideais.

Aula 05 – Os Modelos Científicos

Nas aulas de Química é bastante comum utilizarmos o termo “modelo” em diferentes momentos. Os modelos desempenham um papel fundamental nas diferentes abordagens do conhecimento científico. Esta aula objetivou discutir alguns aspectos da natureza dos modelos utilizados pela ciência, além de caracterizar suas relações com as teorias científicas e suas limitações como representações da realidade.

Descrição da aula: A aula se iniciou com alguns questionamentos: 1- Estamos construindo uma representação para o comportamento dos gases a partir do modelo de partículas. Mas afinal, o que é um modelo? 2- O que um modelo científico representa? Ele expressa fielmente a realidade? Os alunos foram instigados a emitir suas opiniões a respeito do assunto e, logo a seguir, apresentamos a dinâmica que seria realizada para análise do tema. Esta etapa caracterizou a *problematização inicial*.

Os alunos inicialmente associaram a ideia de modelo ao significado trivial da palavra, indicando se tratar de uma referência, algo a ser seguido. Não houve correlação imediata com o conceito de modelo utilizado nas ciências e foi necessário

intervir para que a discussão se encaminhasse para os objetivos da aula. De acordo com o diário do professor (P05):

Outra suposição similar foi a de que um modelo seria um molde, algo para se copiar. Neste momento resolvemos intervir e salientar que estávamos falando de modelos científicos, perguntando novamente: O que um modelo científico, assim como o modelo de partículas, representa? Trata-se de uma cópia fiel da realidade? Os alunos argumentaram que um modelo científico era construído a partir de uma teoria e seu objetivo final seria uma aplicação prática. Apesar dessa relação entre a teoria e a construção dos modelos científicos, eles não souberam afirmar se os modelos seriam cópias ou representações da realidade.

Quando questionados se um modelo científico estaria finalizado após sua formulação, os alunos não tiveram dúvidas em afirmar que os modelos não eram definitivos e sempre poderiam ser modificados. Segundo eles, um modelo poderia ser acrescido ou diminuído, agregando ou retirando partes de sua estrutura de acordo com a necessidade. Em relação aos cientistas que os propõem, alguns alegaram os modelos seriam construções coletivas enquanto outros acreditavam que seriam propostas de um único indivíduo (P05).

Para a *organização do conhecimento* propusemos uma atividade conhecida como experimento das caixas-pretas. Neste experimento foram utilizadas quatro caixas numeradas previamente embaladas e lacradas. Os alunos foram distribuídos em equipes e cada um dos grupos recebeu uma caixa. Cada caixa continha um objeto desconhecido pelos estudantes (balão de látex, um livro, quatro peças de um quebra-cabeças e um brinquedo infantil) e a tarefa consistiu em desvendar o conteúdo das caixas. As caixas foram repassadas a todos os grupos de modo que foi possível a todos os membros de cada grupo proceder a análise e descrever as possíveis propriedades dos objetos. Depois de analisadas todas as caixas, os grupos apresentaram suas conclusões a respeito dos objetos.

Após a formulação de um modelo comum para cada caixa, as caixas foram abertas e foi possível comparar os modelos produzidos com os objetos representados. Nesse momento foi possível identificar opiniões em comum, bem como os critérios que levaram à formulação das representações. Ao término das discussões e conclusões das equipes, foi organizado um grande grupo para socializar as respostas dos estudantes e analisar a dinâmica realizada. A discussão foi organizada em torno do significado de modelo científico e houve ênfase no fato de que modelos são representações.

Os estudantes destacaram em seus diários as dificuldades encontradas para descobrir os objetos contidos nas caixas, associaram estas dificuldades com o

processo de formulação de modelos científicos e salientaram o caráter lúdico e motivacional da prática.

Meu grupo começou com a caixa número 1, chacoalhamos bastante e não ouvimos barulho algum, achamos que pudesse ter algodão. Depois o professor abriu a caixa e descobrimos que tinha uma bexiga cheia. Nem passou pela nossa cabeça que tivesse isso lá dentro [...] Eu gostei muito da aula, foi uma coisa diferente, sempre tive curiosidade em saber como seria uma aula com coisas novas, diferentes e essa aula foi uma dessas. É legal de se fazer e dá mais vontade de aprender [...] (D064).

Essa aula foi muito interessante e legal, pois fizemos um jogo com quatro caixas de papelão e tínhamos que adivinhar o que tinha dentro das caixas sem abri-las. [...] Eu achei a aula bem legal, diferenciada das outras e eu estou entendendo bem mais a matéria de química do que antes (D065).

Na aula hoje estudamos sobre o modelo científico e de como ele é criado. O professor nos deu quatro caixas fechadas e a gente tinha que adivinhar ou chegar próximo ao objeto que estava lá dentro [...] E nessa brincadeira podemos entender como o modelo científico é estudado, que nem sempre o modelo é exatamente como nós vemos, que ele se assemelha ao real. É uma forma de entendermos como é e podermos estudar com maior facilidade e entendimento. A aula foi muito divertida e clara. No meu ponto de vista pude entender melhor como é feito o modelo científico (D067).

A aplicação do conhecimento se deu por meio de um exercício que visava, além de ampliar a visão de modelo científico, introduzir os primeiros questionamentos a respeito do processo de construção do conhecimento científico: “Um modelo é uma representação da realidade que construímos para nos ajudar a entendê-la. Para possibilitar a construção de um modelo científico precisamos de uma validação experimental ou podemos construí-lo a partir de uma teoria? Ou precisamos das duas coisas?”

Em suas respostas os alunos relacionaram os conceitos discutidos na prática das caixas e foram unânimes em afirmar que um modelo científico pode ser construído das duas maneiras: teoricamente ou experimentalmente.

Articulação com os parâmetros de ACT: Esta aula apresenta potencial para *alfabetização científica prática* mediante a compreensão do modelo científico atualmente aceito para explicar o comportamento dos gases; e *potencial para alfabetização científica cultural*, oportunizando reflexões sobre o conceito de modelo científico e suas limitações.

Aula 06 – A Natureza da Ciência

Esta aula se destinou a discutir a concepção positivista do conhecimento científico. Buscou-se questionar esta concepção, na qual a ciência é caracterizada como neutra, racional, autônoma e objetiva. O estudo foi realizado por meio de questionamentos que objetivavam proporcionar reflexões sobre a natureza subjetiva do conhecimento científico.

Descrição da aula: A aula se iniciou através da retomada de alguns dos conceitos abordados nas aulas anteriores. Logo em seguida foi introduzida a etapa de *problematização inicial* com alguns questionamentos: 1- Como são construídas as teorias científicas? Como você imagina que foi construída a atual teoria cinética dos gases? 2- O que é preciso para se chegar a um “fato” científico? 3- Existem fatores externos à comunidade científica que interferem no desenvolvimento da ciência?

Sobre as falas dos alunos durante os questionamentos da *problematização inicial*, destacamos em nosso diário:

Os alunos argumentaram que as teorias científicas eram construídas através de pesquisas, modelos, observação da realidade e experiências práticas. Em relação à teoria cinética dos gases, eles apontaram que foi uma construção de vários cientistas, em lugares e momento diferentes, cada um deles melhorando a hipótese do antecessor. Quando questionados sobre o que significaria um fato científico, eles afirmaram que seria qualquer fato que pudesse ser provado como verdadeiro e para conseguir esta comprovação haveria obrigatoriamente, a necessidade de realizar testes com a finalidade de validá-lo experimentalmente.

Em relação às influências externas ao processo de produção científica, eles foram unânimes em afirmar que nenhum outro fator, além daqueles intrínsecos ao próprio desenvolvimento da pesquisa, interferiria nas conclusões de um trabalho científico. Argumentaram que apenas a opinião de alguém qualificado (outro cientista) poderia influenciar os caminhos de uma pesquisa científica (P06).

Para a *organização do conhecimento*, os alunos reunidos em duplas, realizaram a leitura de um texto de apoio que tratava de questões relativas à natureza do conhecimento científico, refletindo sobre a metodologia científica e a validade do conhecimento científico (APÊNDICE 6). Após a leitura em grupo os estudantes responderam às questões propostas para análise e reflexão sobre o tema.

Ao término das discussões e conclusões das equipes, a discussão foi ampliada para toda a turma com a orientação do professor. Estas discussões foram de vital importância na busca de superar a visão dominante comumente transmitida nas escolas brasileiras e nos livros didáticos, que caracterizam o processo de construção

do conhecimento científico como neutro, imparcial, e por vezes pautado no positivismo (BRITO; SOUZA; FREITAS, 2008).

Após a leitura do texto de apoio e o debate com a turma, alguns alunos apresentaram em seus diários uma visão distinta daquela comumente associada ao processo de construção do conhecimento científico e aos cientistas:

A partir do texto e das perguntas descobrimos que os cientistas são humanos também e por isso podem ser influenciados por alguém, ou dizer que alguma pesquisa é tal coisa para ganhar dinheiro ou outra coisa. Por exemplo: algum cientista está prestes a falar qual é o resultado de sua pesquisa sobre os fones de ouvido, mas esse cientista conclui que o fone de ouvido não faz mal ao ouvido, só porque o cara que vende fones fez com ele concluísse isso para poder vender mais fones. E não dá para dizer que uma pesquisa é verdade, pois a pesquisa está mudando toda hora [...] O tema foi legal, eu achava que para ser um cientista tinha que ser louco, obcecado por pesquisas, e que um cientista é um sujeito bem diferente de pessoas normais. Mas aprendi que como todas as pessoas normais os cientistas podem sim ser influenciados por parentes ou qualquer outra pessoa (D081).

A *aplicação do conhecimento* se deu com um exercício que visava discutir as limitações das teorias científicas através de uma reflexão sobre a Teoria da Evolução. Devido ao interesse e grande participação dos alunos nas discussões não houve tempo para resolver a questão proposta em sala e os alunos levaram a atividade para ser realizada em casa¹⁵.

Articulação com os parâmetros de ACT: Esta aula apresenta potencial para *alfabetização científica cultural* por meio da análise do conceito de modelo científico e das limitações das teorias científicas.

Aula 07 – Equação dos Gases Ideais

Esta aula teve o objetivo de analisar as variáveis de estado dos gases, a equação geral de um gás ideal e as aproximações necessárias para a construção do modelo representativo para o comportamento dos gases. O estudo foi realizado por meio da caracterização das principais diferenças entre um gás ideal e um gás real.

Descrição da aula: A aula se iniciou com a seguinte *problematização inicial*: 1- Todos os gases se comportam da maneira prevista pelo modelo de partículas? 2- Existe alguma limitação no modelo proposto para o comportamento dos gases?

¹⁵ Após a entrega da atividade resolvida na aula seguinte, verificou-se que a maioria dos alunos (cerca de 70%) não apresentou dificuldades para resolver o exercício proposto.

Os alunos foram unânimes em afirmar que nem todos os gases se comportam da maneira prevista pelo modelo de partículas, mas não souberam especificar quais seriam as limitações do modelo.

Para a *organização do conhecimento*, os alunos reunidos em duplas, realizaram a leitura de um texto de apoio que apresentava a Lei Geral dos Gases e suas limitações (SANTOS; MÓL, 2010). Após a leitura os estudantes responderam as questões propostas. Ao término das discussões e conclusões das equipes, sob a orientação do professor, foi organizado um grande grupo para socializar as respostas dos estudantes e analisar o tema. Segundo o diário do professor (P07):

Durante a resolução das atividades propostas na sessão relativa à organização do conhecimento, notamos que não houve dificuldades na compreensão das limitações do modelo proposto para o comportamento dos gases e que ficaram claras as diferenças entre um gás real e um gás ideal. Os alunos também não apresentaram dificuldades no exercício de aplicação da equação geral dos gases ideais e apresentaram facilidade na manipulação dos dados (retirados de um gráfico de $P \times V$) e conversão de unidades. Alguns alunos alegaram afinidade para os cálculos, enquanto a maioria creditou seu sucesso à resolução de exercícios semelhantes durante as aulas de Física e Matemática (P07).

Em relação à diferença entre um gás ideal e um gás real encontramos os seguintes relatos nos diários dos estudantes:

Na verdade um gás ideal não existe, pois é um gás inventado para idealizar como seria possível calcular a temperatura mediana de um gás. A temperatura mais baixa que um gás real pode chegar é 0 K (zero absoluto) e pelo que se sabe na ciência hoje em dia, ainda não foi possível chegar a esta temperatura, mas se um gás a atingisse seu volume se anularia, independente do gás, mas isso não acontece no mundo físico (D093).

Gases ideais são modelos, representações dos gases que existem no mundo real. Como foi visto na aula sobre modelos, é praticamente impossível estabelecer um modelo que seja perfeitamente condizente com a realidade. Modelos como os gases ideais são perfeitamente mensuráveis. Como é possível medir, pesar um gás ideal? É para isso que existe o modelo. Gases se comportam de maneiras diferentes em certas temperaturas. Porém, há casos em que os gases reais se comportam como postulado no modelo (D106).

A etapa de *aplicação do conhecimento* ocorreu por meio de um exercício que apresentava uma análise de um gráfico e tinha como objetivos, além de discutir as variáveis de estado dos gases, introduzir a temática dos ambientes climatizado e o princípio de funcionamento dos aparelhos de ar condicionado. Sobre o exercício proposto, destacamos:

Nesta etapa apresentamos aos alunos uma questão que propunha a análise de um gráfico que apresentava a variação de pressão e temperatura (PxT), mas questionava a alteração de volume do gás. O exercício apresentava alternativas e solicitava uma justificativa para a resposta selecionada. Alguns alunos argumentaram que não havia como justificar sua escolha, pois tratava-se de uma simples leitura do gráfico. Alertamos que uma análise mais cuidadosa do exercício talvez apresentasse subsídios para uma justificativa e alguns alunos questionaram se a resposta era tão óbvia como parecia a princípio (P07).

Articulação com os parâmetros de ACT: Esta aula apresenta potencial para *alfabetização científica prática* por meio da compreensão do modelo científico atualmente aceito para explicar o comportamento dos gases; e potencial para *alfabetização científica cultural*, ao oportunizar reflexões sobre as teorias científicas e suas limitações.

Aula 08 – A Síndrome do Edifício Doente e os Ambientes Climatizados

Nesta aula foi discutida a Síndrome dos Edifícios Doentes (SED) e os perigos associados aos ambientes climatizados. Optamos aqui pela utilização de um recurso audiovisual que apresentava uma reportagem alertando para os perigos encontrados em ambientes de climatizado e de um texto de apoio que caracterizava a SED.

O estudo foi realizado por meio da descrição e análise das doenças e sintomas associados à SED, bem como uma análise dos riscos relacionados à falta de manutenção dos aparelhos de climatização artificial.

Descrição da aula: A *problematização inicial* foi realizada a partir dos seguintes questionamentos: 1- Onde respiramos um ar mais puro: dentro de um shopping ou andando nas ruas de nossa cidade? 2-Vocês já ouviram falar em Síndrome do Edifício Doente? 3- Como vocês descreveriam um prédio doente? Os alunos foram instigados a emitir suas opiniões a respeito do assunto e houve uma breve discussão com o objetivo de questionar a qualidade do ar que respiramos em ambientes climatizados.

A maioria dos alunos argumentou que a qualidade do ar seria maior na rua. Um dos alunos discordou, sem muita segurança e sem propor argumentos para amparar sua hipótese.

Os defensores do ar exterior argumentaram que os shoppings estavam sempre lotados (principalmente nas praças de alimentação) e este seria o principal motivo da má qualidade do ar em seus interiores (P08).

Em relação à SED, a maioria dos estudantes não conhecia a expressão ou relacionava o termo a alguma patologia. Conforme destacamos no diário do professor:

No primeiro momento os alunos acharam a expressão engraçada e disseram que não haveria como um edifício ficar doente. Uma aluna sugeriu que a escola estava doente, pois passava por uma reforma. Aproveitamos a colocação para perguntar como seria possível descrever um edifício doente e foram apresentadas algumas hipóteses, como: falta de iluminação, má circulação de ar, pintura antiga, paredes rachadas e presença de mofo (P08).

Para a *organização do conhecimento*, apresentamos um vídeo sobre os perigos associados à manutenção do ar climatizado¹⁶ (duração: 6 min). Em seguida, os alunos reunidos em duplas, realizaram a leitura de um texto de apoio que apresentava e discutia a SED (ARAIA, 2008) e, com a mediação do professor, responderam às questões propostas para entendimento do texto. Ao término das discussões foi organizado um grande grupo para socializar as respostas apresentadas e analisar o tema.

Os alunos demonstraram interesse pelas discussões relativas à SED, destacando a importância de cuidados com a manutenção dos equipamentos de ar-condicionado e a necessidade da divulgação de informações sobre a qualidade do ar em ambientes climatizados.

Nessa aula discutimos sobre os poluentes do ar, onde o ar é mais poluído, dentro de um prédio ou em um ambiente ao ar livre. Na verdade eu pensei que dentro dos prédios o ar era mais limpo por causa do ar condicionado, mas descobrimos que dentro dos prédios é mais poluído e causa até doenças (D110).

A vida nos ambientes fechados é bem complicada, pois existem dificuldades para circulação do ar e por isso tem mais chance de aparecer bactérias. [...] Para evitar esses riscos temos que trocar os filtros que existem no ar-condicionado e limpá-lo mais vezes. Eu gostei dessa aula, pois consegui entender bem o assunto. É um assunto que convivemos e muitas vezes não prestamos atenção! (D115)

A *aplicação do conhecimento* foi realizada mediante um exercício que propunha a análise de um gráfico relacionando a taxa de absenteísmo (faltas ao trabalho) antes e depois da mudança para um edifício com ventilação inadequada. Os alunos não apresentaram dificuldades para responder corretamente à questão proposta.

Articulação com os parâmetros de ACT: Esta aula apresenta potencial para *alfabetização científica prática* por meio da compreensão dos parâmetros de QAI

¹⁶ Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=mmYNf-F0dRI>>. Acesso em: 06 ago.2013.

recomendados pela legislação atual; e potencial para *alfabetização científica cívica*, ao oportunizar discussões sobre atitudes e alternativas para se evitar ou minimizar os efeitos nocivos da poluição do ar em interiores, bem como reflexões sobre o modo como as patologias relacionadas a poluição do ar interior interferem na qualidade de vida das pessoas.

Aula 09 – Aparelhos de Climatização Interior

Nesta aula foram discutidos os aparelhos de climatização interior. Utilizamos um recurso audiovisual para apresentar e diferenciar os modelos de equipamentos domésticos disponíveis à venda para climatização do ar interior. O estudo foi realizado por meio da análise das características de funcionamento e utilidades destes equipamentos.

Descrição da aula: A *problematização inicial* se deu com os seguintes questionamentos: 1- Você sabe a diferença entre um aparelho de ar condicionado, um aquecedor, um vaporizador e um umidificador? 2-Como estabelecer critérios para comprar um desses equipamentos?

Os alunos associaram a diferença entre os equipamentos à sua função em aquecer ou resfriar os ambientes. No caso específico dos aparelhos de ar-condicionado, argumentaram que estes possuíam tanto a função de aquecer quanto a de resfriar.

Já em relação aos vaporizadores e umidificadores, um dos alunos ressaltou que eram utilizados para melhorar a qualidade do ar, regulando o teor de umidade. Sobre os critérios a serem utilizados (além do valor) para adquirir um equipamento de climatização, houve respostas variadas.

Houve menção à marca, modelo do equipamento e nível de ruído. Além disso, a estação do ano também influenciaria na escolha de um aparelho de climatização (no inverno seria adequado um aquecedor e no verão um aparelho de ar-condicionado). Um dos alunos mencionou que o maior cuidado para a compra de um destes aparelhos seria através da análise do potencial de danos à saúde, enquanto outro alegou que este critério não era válido, porque todos seriam potencialmente danosos e que devido à aula anterior ele havia se conscientizado dos perigos relacionados à permanência em ambientes com climatização artificial (P09).

Para a *organização do conhecimento*, o professor apresentamos um vídeo sobre as diferenças entre os aparelhos portáteis de climatização interior¹⁷ (duração: 3 min).

¹⁷ Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=P6d5EXwqEUg>>. Acesso em: 06 ago.2013.

Em seguida, os alunos, reunidos em duplas, realizaram a leitura de um texto de apoio que apresentava e discutia os aparelhos domésticos de climatização interior. Ao término das discussões e conclusões das equipes, foi organizado um grande grupo para socializar as respostas dos estudantes e analisar o tema.

Os alunos destacaram em seus diários a importância de saber diferenciá-los, conhecer suas funções, limitações e os possíveis usos para cada um dos equipamentos.

Na aula o professor passou um vídeo sobre os tipos de climatizadores que devemos comprar para não prejudicar a saúde e devemos ter muito cuidado ao escolher um. Antes de sairmos comprando qualquer um temos que verificar o tamanho do ambiente, o seu isolamento, a sua exposição ao sol ou a sombra e o número de pessoas que frequentam o ambiente. Também é importante verificar se há mais algum eletrônico no ambiente. A aula de hoje foi bem proveitosa, porque essa aula serviu para eu saber o modelo de um climatizador e serviu também para eu saber diferenciar um do outro (D122).

O melhor equipamento a se usar é o umidificador pois é o menos perigoso. Os outros são perigosos se não souber usar e ter os devidos cuidados. O umidificador libera uma neblina fria no ambiente, já o vaporizador ferve a água e joga vapor aquecido no ambiente causando bolores em lugares da casa (D123).

Discutimos um pouco sobre os critérios para a compra de um desses aparelhos, pois esses aparelhos se usados de maneira errada podem acabar prejudicando a saúde. O umidificador, por exemplo, é para deixar o ar mais úmido e se usado incorretamente como em ambientes fechados causa mofo, o que prejudica a nossa saúde. Eu estou gostando muito dessas aulas, pois eu estou aprendendo muitas coisas interessantes (D133).

A *aplicação do conhecimento* ocorreu por meio de uma questão que discutia critérios para o correto dimensionamento de aparelhos de ar condicionado. Os alunos não apresentaram dificuldades para a resolução do exercício proposto. No entanto, não houve tempo para correção em sala e optamos por deixar uma cópia da atividade resolvida e comentada para os alunos.

Articulação com os parâmetros de ACT: Esta aula apresenta *potencial para Alfabetização Científica Prática* e *Alfabetização Tecnológica Prática* mediante a compreensão do princípio de funcionamento de aparelhos portáteis utilizados para climatização de ambientes internos; e *potencial para Alfabetização Tecnológica Cívica* pela análise dos critérios para aquisição de um equipamento de climatização ou purificação do ar, levando em consideração a necessidade, o valor, as funções e as relações de custo-benefício envolvidas.

Aula 10 – Aparelhos de Purificação do Ar Interior

Esta aula se destinou a discutir os aparelhos de purificação do ar interior. O estudo foi realizado com a classificação destes aparelhos e com a discussão sobre sua eficiência.

Descrição da aula: Para iniciar a aula foram introduzidos alguns questionamentos, relativos à *problematização inicial*: 1- Na aula anterior nós discutimos as características dos aparelhos de climatização. Estes equipamentos podem auxiliar na diminuição da poluição interior, mas existem aparelhos específicos para a melhoria da QAI: são os purificadores de ar. Você sabe a diferença entre um aparelho de climatização e um aparelho de purificação do ar? 2- Como funcionam os aparelhos de purificação do ar interior?

Os alunos responderam que não sabiam a diferença entre os dois aparelhos e também que não conheciam o princípio de funcionamento de um equipamento de purificação do ar.

Para a *organização do conhecimento*, os alunos reunidos em duplas, realizaram a leitura de um texto de apoio (APÊNDICE 6) que analisava os principais dispositivos utilizados para purificação do ar interior e com a mediação do professor, responderam às questões propostas. Ao término da atividade em grupo, as discussões e conclusões das equipes foram ampliadas para toda a classe.

Os alunos relataram surpresa em relação à falta de eficiência da utilização de plantas ou equipamentos de purificação do ar para melhoria da qualidade do ar interior. Destacaram que além das plantas e de outros equipamentos de purificação do ar (como determinados filtros presentes em alguns aspiradores de pó) torna-se necessário utilizar ventilação adequada e buscar reduzir as fontes de poluição interior.

Nesta aula discutimos e aprendemos a diferença entre vaporizadores, umidificadores e ar-condicionado. Suas diferenças para a nossa saúde. Há inúmeras marcas, modelos e vantagens, assim como desvantagens. [...] Acho importante aulas assim. É mais fácil de entender (D128).

[...] antes eu não sabia como eu deveria comprar um ar-condicionado ou o que se deve levar em consideração para se comprar um. Nesse dia eu aprendi até mesmo a calcular o ar-condicionado aprovado para tal lugar. Foi muito legal mesmo (D134).

Existem outras formas de purificação e limpeza do ar ambiente, como por exemplo: geradores de ozônio, exaustores de cozinha, purificadores de ar de mesa e plantas que não faz muito efeito. Um bom removedor de partículas é o aspirador de pó, especialmente com filtros HEPA (D144).

A *aplicação do conhecimento* se deu por meio de uma atividade que discutiu as informações veiculadas pelos meios de comunicação em relação aos aparatos tecnológicos e suas aplicações. O exercício apresentava uma propaganda de um aparelho de purificação de ar que funciona através da emissão de ozônio e (de maneira enganosa) argumentava que esta característica auxiliava na manutenção da camada de ozônio.

Os alunos não apresentaram dificuldades para resolver a atividade e foram unânimes em afirmar que a propaganda era enganosa.

Articulação com os parâmetros de ACT: Esta aula apresenta potencial para *alfabetização tecnológica prática e cívica* mediante a compreensão dos aspectos práticos do princípio de funcionamento dos aparelhos de purificação de ar e da reflexão sobre as informações veiculadas na mídia sobre as características desses dispositivos.

Aula 11 – A Natureza da Tecnologia

Nesta aula buscamos introduzir discussões sobre a filosofia da tecnologia e suas relações com a ciência e com a sociedade. Optamos por abordar estas reflexões logo após a análise das características de diversos equipamentos de climatização e purificação de ar (realizadas nas duas aulas anteriores). Deste modo, procuramos enfatizar as múltiplas dimensões da tecnologia, evitando limitar sua discussão apenas aos aparatos tecnológicos. O estudo foi realizado através de uma reflexão sobre a natureza da tecnologia e suas implicações em nosso modo de vida.

Descrição da aula: A *problematização inicial* se deu a partir dos seguintes questionamentos: 1- Nas últimas aulas discutimos as funcionalidades e limitações de aparatos eletrônicos que se propõem a melhorar a qualidade do ar interior. Hoje vamos discutir a mesma temática sob um ângulo diferente, vamos falar de Tecnologia. Você já parou para pensar sobre a influência da tecnologia no seu dia a dia? Como a tecnologia interfere na sua vida? 2- Será que discutir tecnologia se resume a falar de equipamentos eletrônicos? Afinal, como definir tecnologia?

Alguns alunos disseram que a tecnologia estava presente em tudo e exemplificaram que ela se mostrava nos meios de transporte, na produção de energia e nos equipamentos de diagnóstico e tratamento de saúde. Quando questionados se a tecnologia se resumia aos equipamentos, um dos estudantes argumentou que havia muito estudo envolvido para a produção destes dispositivos e que isso também deveria ser levado em consideração.

Quando o professor perguntou qual seria a definição de tecnologia houve correlação de tecnologia com progresso. Segundo o diário do professor:

Ampliamos o debate perguntando qual seria a definição de tecnologia. Um dos estudantes associou tecnologia a progresso e quando questionamos a turma se eram sinônimos ou se a tecnologia conduzia automaticamente ao progresso, outro aluno argumentou que isso não era verdade e que às vezes a tecnologia resultava em efeito contrário, em destruição (como no caso das bombas) (P11).

Para a *organização do conhecimento*, os alunos reunidos em duplas, realizaram a leitura de um texto de apoio que discutia a filosofia da tecnologia (CUPANI, 2011) e com a mediação do professor, responderam às questões propostas sobre a temática. Ao término das discussões e respectivas conclusões das equipes, foi organizado um grande grupo para socializar as respostas dos estudantes e analisar o tema.

Houve grande envolvimento dos alunos no debate e foram muitas as reflexões apresentadas nos diários. Alguns estudantes apresentaram fortes convicções em relação à neutralidade da tecnologia e à crença de que ela segue caminhos próprios, obedecendo apenas os desígnios de seus desenvolvedores, enquanto outros defendiam posições contrárias a uma ou ambas das afirmações. Segundo os diários dos estudantes:

A reflexão sobre a tecnologia – para que ela foi feita, para que está sendo usada e o que será dela no futuro – tem um caráter muito peculiar, afinal aqui é discutido sobre uma criação propriamente humana, não é como falar de política ou metafísica, por exemplo. Diferentemente desses termos, a tecnologia pode – ou poderia – ser controlada de todos os modos por seu criador. Mas não parece bem o caso. [...] É dito que a tecnologia melhorou a qualidade de vida, tendo em vista a expectativa de vida humana. Vivemos mais, mas vivemos bem? O ser humano provou de uma vez por todas que possui um intelecto incrível ao conceber tais tecnologias. Falta descobrir se a capacidade humana será capaz de controlar o que sai da sua imaginação (D148).

Praticamente tudo ao nosso redor é tecnologia, desde a luz de dentro de casa até as armas que os militares usam tem tecnologia, para o bem e para o mal. A tecnologia segue seus próprios caminhos e nós nos adaptamos a ela, somos influenciados por ela (D151).

A *aplicação do conhecimento* foi realizada com a retomada dos questionamentos iniciais e de discussões orientadas com intuito de refletir sobre a maneira como nos relacionamos com a tecnologia e como podemos influenciar em seus caminhos.

Articulação com os parâmetros de ACT: Esta aula apresenta potencial para *alfabetização tecnológica cívica e cultural* por meio da reflexão sobre a natureza da tecnologia, sua interferência em nossa percepção e interação com a realidade, bem

como as relações de neutralidade-intencionalidade e autonomia-controle dos diversos aparatos tecnológicos que fazem parte de nossa vida.

Aula 12 – A Cinética das Reações e o Modelo de Partículas

Esta aula se destinou a abordar a cinética química pela ótica do modelo de partículas. O estudo foi realizado mediante a análise da influência da temperatura e da superfície de contato na rapidez de uma reação química. Optamos por utilizar dois experimentos simples para discutir a relação desses fatores com a variação da rapidez das reações.

Descrição da aula: A aula foi iniciada a partir da *problematização inicial*: *O que pode tornar uma reação química mais ou menos rápida? Será que podemos controlar a velocidade das reações?*

Os alunos apresentaram dúvidas em relação à possibilidade de controlar a rapidez de uma reação e, se possível, como isso poderia ser feito.

A princípio as opiniões estavam bastante divididas: alguns acreditavam que poderíamos controlar a velocidade de uma reação química, enquanto outros acreditavam que não seria possível. Quando questionamos se haveria algum fator específico capaz de aumentar ou diminuir a rapidez de uma reação, um dos estudantes argumentou que se houvesse a possibilidade de variar a temperatura seria possível controlar seu desenvolvimento. Os outros estudantes concordaram com a hipótese apresentada pelo colega e houve um consenso em relação à influência da temperatura na rapidez das reações. Perguntamos se além desse haveria outro fator capaz de influenciar na rapidez das reações, mas nenhuma outra hipótese foi levantada (P12).

Finda a etapa de *problematização inicial* foram propostas duas práticas para auxiliar na compreensão do efeito da temperatura e da superfície de contato na rapidez de uma reação. Assim, a *organização do conhecimento* se deu por meio da análise e discussão desses experimentos. Os experimentos (descritos abaixo) foram realizados em sala sob a orientação do professor e seguem o roteiro proposto por Santos e Mól (2010).

1º Experimento: Esta atividade prática realizada em equipes pelos alunos sob auxílio do professor, objetivou investigar a influência da temperatura na velocidade das reações químicas. A experiência foi realizada com a inserção de três pedaços similares de um comprimido efervescente em copos com água. Um dos copos foi preenchido com água gelada, outro com água em temperatura ambiente e o último com água quente. Após a realização do experimento, os alunos reunidos em suas

equipes realizaram a análise da prática e responderam aos questionamentos propostos.

2º Experimento: Os alunos reunidos em equipes e auxiliados pelo professor investigaram a influência da superfície de contato dos reagentes na velocidade das reações químicas. A experiência foi realizada com a inserção de dois pedaços similares de um comprimido efervescente em copos com água. Um dos pedaços do comprimido foi triturado e o outro foi colocado inteiro em dois copos com água e à temperatura ambiente. Após a realização do experimento, os alunos reunidos em suas equipes discutiram os resultados obtidos a partir de questões contidas no roteiro de aula. Em seguida a discussão foi ampliada para toda a turma para socializar as respostas dos estudantes e analisar os experimentos.

Os estudantes não apresentaram dificuldades em associar o aumento da temperatura e da superfície de contato com o aumento da velocidade de dissolução do comprimido, mas houve a necessidade de intervenção para auxiliá-los a relacionar as observações com o modelo de partículas.

Os alunos também demonstraram grande interesse na realização das atividades práticas. Sobre este aspecto, destacamos:

Assim como nas aulas anteriores em que houve a realização de experimentos práticos, notamos um grande envolvimento dos alunos nas atividades propostas. Eles participaram ativamente da execução e da discussão dos experimentos. Convém ressaltar que durante a primeira prática os integrantes de uma das equipes demonstravam estar mais interessados em realizar os experimentos do que em discutir os fatos observados. Neste momento agimos chamando a atenção para a importância da análise dos resultados com os colegas da equipe, retomando o eixo condutor da aula (P12).

A *aplicação do conhecimento* ocorreu por meio de um exercício que buscava demonstrar o princípio da influência da temperatura na rapidez das reações através de uma situação cotidiana: *Por que os alimentos se conservam por muito mais tempo quando guardados na geladeira do que quando estão em temperatura ambiente?* Trata-se de uma situação frequentemente observada em nosso dia a dia e que apresenta uma relação (a influência da temperatura nas reações) recorrente em diversos conteúdos da Química.

Os alunos não apresentaram dificuldades para relacionar o decréscimo da temperatura com a diminuição das reações de decomposição dos alimentos.

Articulação com os parâmetros de ACT: Esta aula apresenta potencial para *alfabetização científica prática* mediante a análise dos fatores que alteram a rapidez das reações sob a ótica do modelo de partículas.

Aula 13 – A Cinética das Reações e o Modelo de Partículas

Esta aula teve como objetivo abordar a cinética química através da ótica do modelo de partículas. O estudo foi realizado mediante a análise da influência da concentração dos reagentes e dos catalisadores na rapidez de uma reação. Para esta aula, mais uma vez, nos valem da análise de dois experimentos para discutir os conceitos relativos a dois dos fatores que interferem na rapidez das reações.

Descrição da aula: A aula se iniciou através da retomada da análise dos dois experimentos realizados na aula anterior (influência da temperatura e da superfície de contato na rapidez das reações). Esta retomada foi utilizada como estratégia para a introdução dos questionamentos relativos à sessão de *problematização inicial* desta aula: Existem outros fatores, além da temperatura e da superfície de contato dos reagentes, capazes de aumentar a rapidez de uma reação? Ainda segundo o diário do professor, os estudantes não apresentaram nenhuma hipótese e a problematização inicial encerrou-se rapidamente.

Logo a seguir, apresentamos as experiências práticas para análise. Desse modo, a *organização do conhecimento* se deu através da análise e discussão de experimentos propostos por Santos e Mól (2010) e realizados em sala sob a orientação do professor. Segue a descrição das práticas:

1º Experimento: Os alunos reunidos em equipes e auxiliados pelo professor investigaram a influência da concentração dos reagentes na velocidade das reações químicas. A experiência foi realizada com a inserção de dois pedaços de lã de aço em tubos de ensaio com o reagente (sulfato de cobre penta-hidratado) em diferentes concentrações. Após a realização do experimento, os alunos reunidos em suas equipes analisaram os resultados obtidos respondendo aos questionamentos propostos.

Mais uma vez houve notamos que houve bastante interesse nos alunos na condução das atividades experimentais.

Eles se mostraram particularmente interessados na manipulação dos equipamentos e das vidrarias (em especial no uso da pipeta volumétrica e da pera de sucção) para a preparação das soluções iniciais. Quanto à análise dos resultados do experimento, os estudantes não apresentaram dificuldades para associar a maior rapidez da deposição com o incremento da concentração. No entanto, o fator que mais causou lhes causou estranheza foi a diferença de densidade entre as soluções, evidenciada pelo fato de que em uma delas (a solução mais diluída) a palha de aço flutuava, enquanto na outra (a solução mais concentrada) ela se apresentava no fundo do tubo de ensaio (P13).

2º Experimento: Neste experimento, os alunos em equipes e auxiliados pelo professor investigaram a influência dos catalisadores na velocidade das reações químicas. A experiência realizada consistiu na análise da decomposição da água oxigenada em pedaços de batata. Um dos pedaços estava cru e o outro cozido. Após a realização do experimento e análise dos resultados os alunos responderam a algumas questões relativas ao experimento realizado.

Na análise do segundo experimento houve dificuldades para representar a equação que representava a reação e para identificar o fator responsável pelo incremento da rapidez do processo de decomposição da água oxigenada.

Com relação ao segundo experimento, os estudantes apresentaram dificuldades para representar a reação de decomposição da água oxigenada e foi necessária nossa intervenção. Quanto a realização da prática, os integrantes das equipes associaram a rapidez da reação na batata crua com a presença de maior quantidade de água nela e novamente foi preciso intervir para esclarecer que se tratava da influência de outra substância. Salientamos que na batata crua existiam enzimas que agiam como catalisadores para a reação de decomposição e que durante o processo de cozimento havia a quebra (desnaturação) destas enzimas (P13).

Ao término das discussões em grupo sobre e conclusões das equipes foi organizado um grande grupo para socializar as respostas dos estudantes e analisar os experimentos. Neste momento auxiliamos os alunos na interpretação das práticas.

Em seus diários os alunos enfatizaram a importância dos experimentos para a compreensão dos conceitos estudados e o caráter motivacional das aulas práticas. Segundo um desses relatos:

Eu adoro aprender coisas novas e com esse tipo de aula estou aprendendo bem mais. Eu não tinha a mínima noção de que batatas continham enzimas e que perdiam a maior parte de suas enzimas quando cozidas (D177).

A aplicação do conhecimento se deu mediante a seguinte situação: “A partir de uma análise das práticas realizadas durante aula, explique por que ao abanarmos uma churrasqueira a chama aumenta?” Buscamos com este questionamento, verificar se os alunos conseguiam associar um fato observado corriqueiramente com o conceito científico relativo a influência da concentração dos reagentes na rapidez das reações. Como este conceito havia sido discutido no primeiro experimento da etapa de organização do conhecimento, a grande maioria dos alunos não apresentou dificuldades em responder à questão proposta.

Articulação com os parâmetros de ACT: Esta aula apresenta potencial para *alfabetização científica prática* por meio da análise dos fatores que alteram a rapidez das reações sob a ótica do modelo de partículas.

Aula 14 – Cinética Química: Catalisadores

Esta aula objetivou discutir os possíveis usos dos catalisadores. O estudo foi realizado mediante a análise do princípio de ação dos catalisadores e sua influência na rapidez das reações químicas. Utilizamos aqui um texto adaptado de uma revista de divulgação científica para explicitar o uso dos catalisadores em diversos processos industriais.

Descrição da aula: A aula teve início com a seguinte *problematização inicial*: No segundo experimento da aula anterior (aquele em que usamos água oxigenada em batata crua e cozida) percebemos que a presença de catalisadores (no caso, enzimas) acelera a reação de decomposição. Mas afinal, como eles fazem isso?

Inicialmente não houve hipótese alguma e após insistência no questionamento, um estudante sugeriu que os catalisadores influenciavam na temperatura das reações e com isso aumentavam sua rapidez. Muito embora a hipótese estivesse incorreta, destacamos o fato do estudante ter associado o aumento da temperatura com o aumento da rapidez de uma reação, um assunto analisado em aulas anteriores.

Para a *organização do conhecimento*, os alunos reunidos em duplas, realizaram a leitura de um texto de apoio que discutia as características e as utilidades dos catalisadores para diversas áreas do setor produtivo (EVANS, 1999). Após a leitura do texto, os estudantes elaboraram suas respostas às questões propostas sobre o texto. Ao término das discussões a turma foi organizada em um grande grupo para socializar as conclusões dos estudantes e discutir o tema sob a mediação do professor.

Os estudantes demonstram em seus diários que compreenderam as propriedades e utilidades dos catalisadores em diversas reações e processos industriais. Segundo esses relatos:

O catalisador tem muitas vantagens como a operação do processo em temperaturas e pressões menores, poupando-se custos. Outro aspecto importante é que o catalisador é engendrado para ter alta seletividade para o produto requerido, para minimizar produtos secundários. Além de levar a um uso mais eficiente dos recursos do ponto de vista econômico, também reduz a quantidade de rejeitos, o que é melhor para o meio ambiente (D189).

[...] um catalisador pode ser uma substância, um substrato ou um equipamento, sempre depende de como será utilizado. Ele nunca participa de uma reação química. O processo de um catalisador pode

ser operado em temperatura e pressão menores e isso ajuda a economizar energia e reduzir custos. Outra vantagem importante é que o catalisador pode ser útil para a alta seletividade, assim a pessoa poderá concentrar em maior quantidade o produto mais importante e com isso reduz a quantidade de rejeitos, o que é melhor para o meio ambiente (D190).

A *aplicação do conhecimento* foi realizada por meio da retomada do questionamento inicial e de discussões orientadas no intuito de compreender o modo como os catalisadores interferem na rapidez das reações e suas aplicações.

Articulação com os parâmetros de ACT: Esta aula apresenta potencial para *alfabetização científica prática* mediante a análise dos fatores que alteram a rapidez das reações sob a ótica do modelo de partículas; e *alfabetização científica profissional* por meio da compreensão do princípio de funcionamento dos catalisadores e da análise de sua importância em diversos processos industriais.

Apresentada a proposta didática, destacamos que a mesma se encontra disponível no APÊNDICE 6. Nele descrevemos os objetivos, as metodologias e as atividades propostas para cada aula, bem como as indicações bibliográficas necessárias. Na sequência destacamos a análise dos dados constituídos durante a pesquisa.

4.2 As Categorias de Análise

Segundo Moraes e Galiuzzi (2007), a elaboração das categorias de análise caracteriza-se por uma organização, ordenamento e agrupamento de unidades, pelos quais segundo Moraes e Galiuzzi (2007, p. 75) “um conjunto desorganizado de elementos unitários é ordenado no sentido de expressar novas compreensões atingidas no decorrer do processo”. Como explicitado pelos mesmos autores, esse processo pode partir de dois pontos opostos, um deles de natureza objetiva e dedutiva, produzindo as categorias *a priori*, e outro indutivo e subjetivo, produzindo categorias emergentes.

Especificamente no âmbito desta pesquisa, a formulação das categorias definidas *a priori* partiu do próprio referencial teórico utilizado para a construção da proposta e desenvolvimento das aulas. Os parâmetros de ACT utilizados como norteadores da proposta didática e descritos nos capítulos anteriores, constituíram-se naturalmente em categorias de análise preestabelecidas em função do problema de pesquisa.

Assim, a partir dessa inferência e ancorados na metodologia da ATD, estabelecemos sete categorias de análise *a priori* que permitiram a elaboração de outras subcategorias que emergiram desse processo analítico. As categorias definidas *a priori* foram: *Alfabetização Científica Prática*, *Alfabetização Científica Cívica*, *Alfabetização Científica Cultural*, *Alfabetização Científica Profissional*, *Alfabetização Tecnológica Prática*, *Alfabetização Tecnológica Cívica* e *Alfabetização Tecnológica Cultural*.

A primeira categoria, denominada *Alfabetização Científica Prática*, refere-se a indícios de apropriação de conceitos científicos básicos e de utilidade imediata para a vida dos estudantes. Durante o processo de identificação das unidades de significado associadas a esta categoria, identificamos duas subcategorias relacionadas: *a relação do tema com a vida cotidiana* e *a utilidade prática do conhecimento científico*. Esta se refere ao modo como os estudantes associaram os conceitos científicos abordados com situações encontradas em seu dia a dia, enquanto aquela apresenta as impressões dos alunos sobre a relevância de conhecer aspectos relacionados à temática da QAI.

Já em relação à categoria de *Alfabetização Científica Cívica*, procuramos identificar nos discursos dos estudantes relatos que apontassem para a necessidade de um posicionamento mais crítico e responsável em relação aos perigos da exposição à poluição do ar interior. Por meio da análise dessa categoria, pretendemos avaliar se a proposta desenvolvida contribuiu para evidenciar a importância da tomada de atitudes e de uma postura ativa para a solução de problemas que afetam diretamente a nossa qualidade de vida.

Na categoria de *Alfabetização Científica Cultural*, analisamos se as reflexões realizadas durante as aulas auxiliaram os alunos a perceber a ciência como uma atividade essencialmente humana e subjetiva. Esta categoria divide-se em duas outras subcategorias intermediárias: *a natureza da ciência* e *novos olhares para a ciência*. Na primeira subcategoria analisamos se os estudantes apresentaram questionamentos e reflexões em relação às supostas verdades científicas, à validade dos modelos e teorias científicas, as influências no processo de construção do conhecimento científico e às motivações dos cientistas. Já na segunda subcategoria, *novos olhares para a ciência*, procuramos identificar a maneira como as reflexões realizadas impactaram na imagem que os estudantes apresentam da ciência e das disciplinas científicas.

A categoria relacionada à *Alfabetização Científica Profissional* pretende apontar se as atividades realizadas estimularam os estudantes a ponderar sobre a possibilidade de escolher uma atividade profissional na área científica ou tecnológica.

Em relação às três últimas categorias associadas a alfabetização tecnológica, procuramos na categoria de *Alfabetização Tecnológica Prática* verificar se os estudantes identificaram as principais diferenças entre os aparelhos de climatização e purificação do ar interior, enquanto que na categoria de *Alfabetização Tecnológica Cívica* buscamos analisar se houve reflexão em função da necessidade de critérios para adquirir um destes aparelhos.

Por fim, na última categoria definida *a priori*, a categoria relativa à *Alfabetização Tecnológica Cultural*, analisamos se os estudantes apresentaram reflexões sobre a filosofia da tecnologia. Nesta categoria buscou-se identificar se os alunos discutiram o conceito de tecnologia em suas produções textuais ou se apresentaram questionamentos sobre a atividade tecnológica e sua influência em nosso modo de vida.

Vale ressaltar que essas categorias definidas antecipadamente apresentam correlação direta com os parâmetros de ACT utilizados para a construção e desenvolvimento da proposta didática, ou seja, com os pressupostos teóricos que amparam a pesquisa.

Se por um lado a existência de um sólido referencial teórico auxilia na construção de categorias *a priori*, por outro lado, como destacado por Moraes e Galiuzzi (2007), isto também pode se tornar um empecilho para o surgimento de novas categorias, ao “condicionar” o pesquisador a enxergar apenas significados que se enquadram nas categorias já determinadas.

Desse modo, ao analisar o *corpus* da pesquisa, procuramos desvincular nosso olhar dos parâmetros de ACT e buscar novas compreensões reconstruídas dos discursos dos estudantes.

Nesse processo, ao estabelecer relações e reunir elementos semelhantes entre as unidades textuais definidas, também identificamos três novas subcategorias de análise relacionadas à dinâmica das aulas, à importância da experimentação e à relação entre a redação e aprendizado nas aulas de Química. Estas subcategorias foram obtidas com base na interpretação do pesquisador sobre as unidades de sentido identificadas durante a fragmentação do *corpus* e, ao contrário das categorias definidas previamente, surgiram através das múltiplas vozes emergentes nos textos analisados.

Na primeira subcategoria os alunos destacam as diversas estratégias utilizadas para o desenvolvimento das aulas, enquanto na segunda mencionam especificamente a importância da experimentação nas aulas de ciências. Já a terceira subcategoria enfoca os relatos dos estudantes em relação às vantagens da utilização dos diários de bordo como ferramenta facilitadora do aprendizado. Estas subcategorias foram

agrupadas em uma nova categoria emergente, formada *a posteriori*, e nomeada *Estratégias Didáticas*.

Descritas brevemente as categorias, logo a seguir, pretendemos discutir os dados constituídos à luz dessas categorias e, com isso, retomar nosso problema de pesquisa ao analisar os limites e potencialidades da utilização de uma abordagem temática com Enfoque CTS no Ensino de Química, objetivando a promoção de ACT no Ensino Médio.

4.3 Categorias de Alfabetização Científica e Tecnológica

Ao inserir, no contexto escolar, uma abordagem com Enfoque CTS articulada à perspectiva de ACT, almejamos contribuir para o desenvolvimento de uma base formativa necessária para que os estudantes possam participar de questões sociais relacionadas ao desenvolvimento científico-tecnológico.

Quando se objetiva contribuir para a formação de cidadãos responsáveis em uma sociedade influenciada pelo contexto científico-tecnológico, faz-se necessário compreender o mundo em que se está inserido e, principalmente, o papel de cada um nesse contexto. Esse processo de conscientização implica caminhar em busca do desenvolvimento de uma postura ativa frente aos desafios encontrados, de uma atitude crítica e de ações responsáveis. Entretanto, para agir de maneira responsável é necessário avançar para além da simples compreensão e do desejo de mudança. A tomada de atitudes também se relaciona à formação de uma cultura científica e tecnológica, imprescindível para a compreensão do mundo em que vivemos.

Com o intuito de analisar até que ponto esse objetivo foi alcançado, as informações, obtidas por meio dos relatos, questionários e atividades realizadas pelos alunos, foram objeto de análise e reflexão, especificamente quanto às dimensões de alfabetização científica e tecnológica enfatizadas durante a construção da proposta e desenvolvimento das aulas.

A seguir, no Quadro 8 apresentamos os relatos identificados em cada uma das categorias e subcategorias de ACT.

Categorias	Subcategorias	Fonte dos Relatos	Total
Alfabetização Científica Prática	A relação do tema com a vida cotidiana	D003, D004, D006, D007, D008, D011, D015, QF01, QF02, QF03, QF04, QF07, QF08, QF12, QF17	28
	A utilidade prática do conhecimento científico	D033, D039, D050, D051, D062, D171, D176, D177, D180, QF01, QF03, QF05, QF10	
Alfabetização Científica Cívica	D108, D112, D114, D116, D118, QF14, QF15, QA03		09
Alfabetização Científica Cultural	A natureza da ciência	D067, D068, D076, D078, D081, D082, D083, D084, D085, D086, D091, D093, D096, D104, D106, QF02, QF03, QF04, QF06, QF07, QF09, QF12, QF16	30
	Novos olhares para a ciência	Qf02, QF03, QF05, QF07, QF08, QF13, QF14	
Alfabetização Científica Profissional	D095		01
Alfabetização Tecnológica Prática	D110, D122, D124, D125, D128, D135, D136, D138, D140, D143, D144, D145, D146, QF06		14
Alfabetização Tecnológica Cívica	D122, D127, D133, D134, D140, D142, QF02, QF03, QF05, QF07, QF08, QF11, QF12, QF13, QF14		15
Alfabetização Tecnológica Cultural	D148, D149, D150, D151, D152, D153, D155, D156, D157, D158, D160, QF01, QF02, QF03, QF05, QF06, QF08, QF12, QF14, QF17		20

QUADRO 8- RELATOS ASSOCIADOS ÀS CATEGORIAS DE ACT

FONTE: O Autor (2015)

O Quadro 8 aponta que os maiores números de relatos classificados encontram-se nas categorias relacionadas à alfabetização científica cultural e prática. Também são significativos os relatos associados à alfabetização tecnológica cultural. Por outro lado, foi identificado um único relato de alfabetização científica profissional.

Dadas as especificidades da temática e dos conteúdos abordados é natural que aspectos relacionados a algumas categorias sejam mais frequentes nos relatos dos alunos que outros. Entretanto, conforme afirmamos anteriormente, apesar das categorias possuírem sentidos próprios, o desenvolvimento de cada uma delas tem implicações diretas nas demais. É seu conjunto que proporciona a integração das discussões sobre a ciência, a tecnologia e seus desdobramentos sociais. Integração que além de valorizar cada um desses elementos e ressaltar suas relações imbricadas, também evidencia as múltiplas dimensões de um ensino com orientação CTS.

Desse modo, antes do início do processo de discussão das categorias definidas *a priori*, convém ressaltar que apesar de analisarmos separadamente, os objetivos apontados por cada uma das categorias de alfabetização científica e tecnológica (prática, cívica, cultural e profissional) estão relacionados entre si e representam um objetivo maior, que é a formação de cidadãos capazes de compreender e atuar no contexto científico-tecnológico da sociedade atual.

A seguir, nos debruçamos sobre a análise dessas categorias. Durante sua discussão explicitamos a relevância de cada uma delas – e de seu conjunto – para o processo de ACT dos estudantes.

4.3.1 Alfabetização Científica Prática

Esta categoria se relaciona com a capacidade dos estudantes em reconhecer novos significados e utilidades para os conceitos enfocados nas aulas de Química. Buscamos aqui encontrar indícios nos discursos dos alunos sobre sua apropriação de saberes que, associados aos conteúdos científicos e a linguagem científica, permitam compreender fenômenos e processos presentes na sua vida diária.

A categoria engloba compreensões que precisam ser discutidas não somente do ponto de vista do conhecimento científico, mas também de suas implicações cotidianas. Caracteriza-se pela ênfase nas aplicações desses conhecimentos, manifestando-se ao apresentar situações em um contexto no qual apresentem significado prático para os estudantes.

Durante a análise do *corpus* da pesquisa a categoria foi identificada através de duas subcategorias, construídas para melhor expressar as compreensões dos estudantes sobre a dimensão prática de alfabetização científica: a relação do tema com a vida cotidiana e a utilidade prática do conhecimento científico.

4.3.1.1 A Relação do Tema com a Vida Cotidiana

O primeiro indício encontrado nos textos dos estudantes e associado ao potencial de alfabetização científica prática está relacionado à compreensão dos alunos sobre a importância da temática desenvolvida. Conforme dissemos anteriormente, entendemos que, para participar ou formar opinião sobre determinado assunto, antes de tudo é preciso compreendê-lo.

Especificamente no caso da temática da QAI, antes do desenvolvimento da proposta em sala de aula, a grande maioria dos alunos não possuía nenhuma

informação concreta sobre o tema ou mesmo uma vaga noção de sua importância, como podemos perceber através dos relatos em alguns de seus diários¹⁸:

Nessa aula discutimos sobre a poluição interna e esse era um assunto que não tinha quase ou nenhum conhecimento. Também não sabia que o ar interno em muitas das vezes é muito mais poluído que o ar externo, pois nos ambientes internos há muitos fatores que não conhecia e que colaboram para a poluição como, por exemplo: cigarro, spray aerossol, purificadores de ar, impressoras a laser (D008 – grifos nossos).

Eu achei interessante, pois a maioria das pessoas acha que a poluição está no exterior por causa das fumaças industriais e o cheiro que surge no ar. Nós achamos que o ar mais poluído é o exterior porque já estamos acostumados com esse ar. Com essa aula aprendi que em lugares fechados é que tem mais poluição que no exterior. Foi uma descoberta, pois jamais tinha pensado nisso (D011 – grifos nossos).

Durante e após o desenvolvimento das aulas, foi possível perceber que houve a apropriação de conhecimentos sobre o assunto por parte dos alunos, perceptível em suas falas em sala e evidenciado nas respostas apresentadas nos questionários¹⁹ aplicados ao término da intervenção. Abaixo seguem alguns trechos retirados dos relatos produzidos pelos estudantes ao final da proposta didática:

Sim, é muito importante saber como anda a qualidade do ar dentro de lugares fechados, pois assim podemos saber como cuidar de nossa saúde e como tentar purificar o ar onde nós vivemos. [...] aprendemos muita coisa com este tema e podemos usufruir desse tema fora da escola para o bem próprio, já que com os estudos desse tema é possível aprender mais a se prevenir de doenças e males que nos rodeiam (QF03).

Sim, é muito importante estudar sobre isso, porque podemos descobrir como melhorar nossa saúde, como tudo funciona, desde a poluição do ar até como melhorar a qualidade do ambiente para que possamos viver melhor (QF04).

Na minha opinião, acho importante estudar sobre isso, pois eu não sabia que o ar interior era mais poluído que o exterior. Pode causar irritação nos olhos, dor de cabeça, asma, renite, entre outras coisas (QF07).

¹⁸ Devido à grande quantidade de diários e textos produzidos pelos alunos, selecionamos alguns relatos significativos de cada categoria para discussão neste capítulo. A totalidade dos relatos classificados (unidades de significado) em suas respectivas categorias encontra-se disponível no APÊNDICE 8.

¹⁹ Assim como no caso dos diários de bordo, na apresentação dos fragmentos de textos relativos aos questionários produzidos pelos estudantes, optou-se por sua transcrição com pequenas correções de regência e de concordância verbal objetivando melhorar seu entendimento e interpretação, sem, no entanto, alterar o significado atribuído pelos alunos. Os trechos originais dos questionários citados encontram-se disponíveis no APÊNDICE 7.

Também é necessário ter cuidado com a poluição interior, pois ela nos prejudica muito, mesmo usando ar-condicionado. Se você não limpar seu ar-condicionado as doenças e os poluentes podem acabar prejudicando muito mais a sua saúde. E não é só sobre a limpeza do aparelho que precisamos tomar cuidado: é com a maneira de usá-lo. Se usarmos de maneira errada podemos poluir ainda mais o ar interior. Também precisamos tomar cuidados com produtos de limpeza, pois o cheiro é muito forte e muitas vezes faz mal à saúde (QF08).

Com a compreensão dos perigos da poluição fica mais fácil de entender os riscos, os agentes causadores da poluição e com isso agir de acordo com o que aprendemos na sala de aula (QF12).

Estes relatos apresentam indícios de que alguns estudantes compreenderam a importância do tema e constata-se que esse processo não se restringiu apenas à aquisição de informações. Como destacado por um dos estudantes, a relevância da QAI repousa em “descobrir como melhorar nossa saúde, como tudo funciona, desde a poluição do ar até como melhorar a qualidade do ambiente para que possamos viver melhor” (QF04). Evidencia-se assim, através dos fragmentos apresentados, que o domínio dos assuntos relacionados à temática vai além da simples descrição de características da poluição interior e também envolve compreender quais são os agentes, equipamentos, cuidados e ações necessárias para a melhoria do ar em ambientes fechados.

Enquanto em suas primeiras produções alguns estudantes ressaltavam surpresa e preocupação com os impactos da QAI, ao final da proposta, quando estimulados a refletir sobre o tema, além de reafirmar essa preocupação, enfatizaram especialmente a necessidade da tomada de atitudes para prevenção e combate à poluição interior. Esses resultados indicam que, possivelmente, a curiosidade inicial em relação a um assunto o qual não possuíam muitas informações, serviu como instrumento de motivação para sua compreensão e conscientização de sua importância, explicitando a necessidade de saber mais sobre algo que afeta diretamente sua qualidade de vida.

Atribuímos à articulação entre o tema e a realidade dos alunos como os fatores responsáveis pelo alcance deste objetivo. Entendemos que a correlação de cada um destes elementos se constitui em uma ferramenta indispensável para a formulação de uma abordagem que agregue significados os saberes escolares.

Nessa perspectiva, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) afirmam que é preciso superar a tradicional transmissão de conhecimentos escolares, abandonando um modelo de ensino orientado para a memorização e supervalorização de conceitos distantes da realidade dos alunos. Como destacam os autores, o ideal é vincular os assuntos abordados em sala aos problemas da realidade, uma vez que “o ponto de

partida e de chegada é o mundo em que a vida se dá” (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002, p. 154).

Além disso, considerando-se que um indício que possibilita a alfabetização científica prática é a busca por soluções de problemas que afetam nossa vida, entendemos que problematizar conhecimentos diretamente relacionados ao dia a dia dos estudantes evidencia a importância da dimensão prática de um processo de ACT e contribui para a apropriação desse conhecimento por parte dos mesmos.

4.3.1.2 A Utilidade Prática do Conhecimento Científico

Outra faceta do processo de alfabetização científica prática consiste em correlacionar os conteúdos abordados em sala com situações vivenciadas pelos estudantes em seu cotidiano.

A Química, assim como as demais disciplinas científicas, possui grande potencial para apresentar explicações para diversos fenômenos naturais e experiências rotineiras, possibilitando a interpretação do mundo a partir da ótica do conhecimento científico. No entanto, muitas vezes, na escola esse mesmo conhecimento se reduz à resolução de exercícios, nos quais o aluno aprende determinado conceito unicamente para aplicá-lo em atividades propostas pelo professor.

Esse tratamento estritamente conceitual, além de resultar em desinteresse pelas disciplinas científicas (PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007), também relega aos próprios estudantes a tarefa de estabelecerem a relação entre conceitos disciplinares estanques e a sua vida diária (BOCHECO, 2011). Outras vezes, a aplicação do conhecimento científico se restringe à “realizações” científicas distantes da realidade do estudante, sem sentido para um aluno que, muitas vezes não compreende situações recorrentes em sua própria vivência e é obrigado a compreender questões relacionadas a um mundo que não é seu (RICHETTI; MILARÉ; PINHO ALVES, 2009a).

Na busca por superar esse distanciamento da realidade e extrema abstração conceitual que caracterizam o Ensino de Química, procuramos abordar os conteúdos específicos da disciplina atrelando-os ao seu contexto de aplicação e, ao focar sua função prática, aproximar esses mesmos conceitos do cotidiano dos estudantes. Pretendemos dessa maneira, ao invés de diminuir a importância dos conteúdos conceituais agregar novos significados a estes mesmos conteúdos, para que sua

apropriação possibilite novas compreensões sobre sua importância na vida dos estudantes.

Reproduzimos a seguir alguns trechos das produções textuais dos alunos, nos quais são apresentados relatos que descrevem implicações práticas dos conteúdos abordados em sala:

Uma coisa que achei muito legal foi a última pergunta sobre a Serra do Mar. Nossos ouvidos tampam quando descemos a serra. O ar comprime o ouvido formando um tampão até nos acostumarmos com a pressão do ar exterior (D033).

E no segundo experimento foram usados dois copos com água à temperatura ambiente. Nesses copos foram colocados dois pedaços de um comprimido efervescente. A primeira parte foi triturada em um almofariz e a outra foi usada inteira. Foram jogados ao mesmo tempo na água e o mais triturado derreteu rapidamente enquanto o outro demorou para diluir. Então, aqui o que influenciou foi o tamanho. Por isso que cortamos os alimentos em partes para cozinhar mais rápido (D171).

Foi aprendido e tratado através de experimentos nessa aula que as reações químicas (ou ao menos parte delas) podem ser controladas. E fazemos isso várias vezes no cotidiano sem perceber. Ao usar uma panela de pressão para cozinhar, por exemplo, há uma influência que faz com que o feijão, ou seja, lá o que estiver na panela, cozinhar mais depressa (D176).

Eu, particularmente, gostei da aula e também aprendi muito mais. Por exemplo, eu não sabia que as enzimas das batatas poderiam acelerar uma reação química. Agora com a experiência eu aprendi e gostei muito mesmo (D180).

Esses relatos indicam que alguns alunos conseguiram associar vários conceitos específicos da disciplina, como a influência da temperatura, da pressão, da superfície de contato e dos catalisadores (enzimas) em reações químicas e processos físicos que se apresentam em situações corriqueiras, como o cozimento dos alimentos ou uma viagem para o litoral. Essa associação é fundamental para que os estudantes percebam a importância da Química em suas vidas fora da escola, e ressaltam a necessidade de um ensino que também apresente significado imediato aos alunos e não apenas em um momento posterior. Um ensino que se apresente útil no momento em que se aprende, que enfatize a estreita relação entre o saber e o fazer.

Convém ressaltar que não se trata de advogar em favor de um ensino meramente utilitário e imediatista, preocupado apenas com a simples aplicação dos conhecimentos escolares adquiridos. Ao contrário, trata-se em procurar dar sentido ao que se ensina e de defender um modelo de ensino que *também* se mostre capaz de lidar com problemas concretos. Como destaca Ricardo (2005), parece que há um abismo entre os saberes formais e a realidade, e os alunos que, frequentemente,

apreendem a estrutura formal do conhecimento científico, têm dificuldades em relacioná-lo com o mundo real.

Esta é uma das características mais relevantes da dimensão prática de um processo de alfabetização científica: seu potencial para agregar significados aos saberes escolares e aproximar o conhecimento científico da realidade dos estudantes, abandonando a falsa noção de que estes saberes são um fim em si mesmo.

Também é recorrente no discurso dos estudantes que a percepção de novas possibilidades para utilização dos conteúdos disciplinares modificou sua maneira de encarar a Química e as demais disciplinas científicas. Vejamos alguns desses relatos:

Vejo diferente agora, vejo que as matérias científicas não são só contas, são coisas que vemos ou fazemos no dia a dia e que não sabemos que é considerado ciência, como as reações químicas (QF01 – grifos nossos).

Em todas as aulas foi possível aprender um pouco mais sobre a Química em diferentes lugares que podemos encontrá-la em nosso dia a dia. Todas as aulas que tive me ajudaram a ver como matérias científicas podem nos ajudar a ter melhores visões do que nos rodeia e saber como funcionam certas coisas que as vezes até parecem sem importância para alguém que não preste atenção, mas que podem fazer toda a diferença em certas ocasiões (QF03 – grifos nossos).

[...] a Química não é só laboratório com jaleco e luvas, fazemos química em nossa casa também, como no ato de cozinhar e cortar os alimentos para um cozimento mais rápido (QF05 – grifos nossos).

[...] agora eu penso que a Química não é só a matéria que se estuda na escola e só precisa dela para fazer a prova, mas é uma coisa que faz parte do nosso dia a dia. Muito do que aprendi eu uso para o meu cotidiano agora (QF10 – grifos nossos).

Constata-se nos relatos destacados que, além de apresentar aplicações cotidianas pontuais dos conhecimentos químicos, a própria disciplina começou a ser designada como algo útil para além dos muros escolares ou dos laboratórios. Ao perceber a utilidade dos conhecimentos científicos estudados em sala, os fragmentos apresentados indicam que os alunos passaram a adotar uma postura diferente em relação à importância desses conhecimentos.

Desse modo, além de contribuir com o desenvolvimento de conhecimentos científicos básicos necessários para a interpretação do mundo em que vivem, a dimensão prática em um processo de alfabetização científica nas aulas de Química também auxilia na mudança da imagem que os estudantes têm da própria disciplina.

Esse aspecto (percepções sobre a ciência e a atividade científica) será discutido durante a análise da categoria relacionada à alfabetização científica cultural.

Contudo, achamos pertinente apresentar esses relatos aqui, por estarem diretamente relacionados com as implicações práticas do conhecimento científico e também porque desse modo, enfatizamos novamente que nenhuma das categorias de ACT encontra-se desvinculada das outras.

4.3.2 Alfabetização Científica Cívica

Esta categoria está relacionada ao desenvolvimento de um posicionamento crítico para a tomada de decisão dos estudantes em relação a problemas que afetam diretamente sua vida. Defendemos que, para a formação de um cidadão responsável e atuante, não basta ter domínio da informação. Estes conhecimentos apesar de necessários, não implicam em mudanças. É preciso analisar e discutir problemas através de uma postura questionadora, levando em consideração as opiniões divergentes e reconhecendo a necessidade da tomada de atitudes.

Em suma, em um processo de alfabetização científica, a dimensão cívica enfatiza os princípios que envolvem as ações necessárias para que o cidadão tome decisões fundamentadas e participe ativamente da escolha dos rumos dados ao desenvolvimento científico-tecnológico.

Segundo Bocheco (2011), para desenvolver essa capacidade exige-se que os estudantes sejam estimulados a lidar com decisões que requerem negociações e escolhas, principalmente referentes aos cuidados que se deve ter em relação à saúde, ao meio ambiente e ao bem-estar comum.

Desse modo, para analisar os indícios de alfabetização científica cívica utilizamos como objeto de análise as produções textuais dos estudantes nas quais enfatizavam as atitudes e alternativas para se evitar ou minimizar os efeitos nocivos da poluição do ar em ambientes interiores. Buscamos também informações para identificar nas falas dos alunos reflexões sobre o modo como as patologias relacionadas à poluição do ar interior interferem em sua qualidade de vida.

Procuramos através desses elementos, verificar se os estudantes foram capazes de questionar as informações apresentadas, de analisar alternativas e de se posicionarem frente às contradições e desafios apresentados pela discussão da temática da QAI. Entendemos que esse posicionamento pode ocorrer de duas formas: uma relacionada às percepções dos alunos em relação à situação e, outra, relacionada à possibilidade de ações concretas para o enfrentamento do problema.

No que diz respeito à percepção dos alunos em relação à problemática envolvida, alguns alunos colocaram que a inserção contribuiu para que eles

passassem a ter uma opinião a respeito da situação. Estes aspectos são retratados nos relatos a seguir:

Foi passado um vídeo mostrando o ar condicionado por dentro, com uma câmera foi encontrada muita poeira, sujeiras, restos de ratos mortos, bolores e etc. E no vídeo falava que os edifícios mal construídos, mal iluminados e mal ventilados com o tempo podem adquirir a Síndrome do Edifício Doente, mais conhecida como SED. E se um edifício fica 'doente', imagine uma pessoa que vive nele? No vídeo mostrou que existe uma doença chamada Legionella, que pode levar uma pessoa até mesmo à morte, tudo por causa de um ar-condicionado sem cuidado e sem manutenção constante. Essa bactéria assassina, em 1970, originou 182 casos de pneumonia e 30 pessoas mortas. Tudo por causa de um descuido de um hotel na Filadélfia. Por isso é muito importante a manutenção constante e a divulgação de quando foi feita a manutenção e se tudo está certo, porque às vezes por descuido de uma pessoa muitos podem pagar (D113).

Na minha opinião foi muito boa essa aula, porque eu nunca escutei falar nessa doença [SED]. Acho que deveria ser mais divulgada e também o professor 'puxar' mais sobre esses assuntos, pois assim nós podemos aprender mais e ficar mais atentos aos riscos (D114).

Não faz muito tempo que os estudos sobre essa doença começaram [SED] e também não é muito comum de ouvir falar nesse tipo de doença. A maioria das pessoas nem mesmo sabem que existe, o que é. Tem aquelas que até brincam pensando que é algum tipo de piada. O problema é combater esse problema, já que está em todos os lugares e quase ninguém se importa (D116).

No decorrer da aula discutimos sobre o quão mal um ar condicionado pode fazer para nossa saúde, sendo que pode nos levar à morte. Edifícios doentes são um problema e não devemos permanecer nesses locais e se for o caso, nos informar sobre a manutenção dos mesmos (D118).

Nesse sentido, uma característica que merece atenção, é que todos os alunos que se posicionaram apontaram a relevância do tema e a necessidade de cuidados com o ar interior de prédios e edifícios, em especial naqueles com ambientes climatizados. Destacou-se a preocupação com a regularidade das manutenções e com a divulgação de informações sobre a qualidade do ar dos sistemas de ar-condicionado. Isso indica que os estudantes relacionaram a importância da QAI para sua qualidade de vida e reflete sua percepção de que a temática faz parte de seu contexto sociocultural.

Já outros alunos argumentaram especificamente sobre a necessidade da tomada de atitudes em relação aos problemas associados à QAI, como mostram os relatos abaixo:

O ar-condicionado deve ser limpo semanalmente, porque a sujeira pode causar doenças nas pessoas. Nos shoppings o perigo é sempre

maior porque nunca sabemos se está limpo ou não. [...] não sei explicar muito em palavras o que entendi, mas agora eu sei que posso processar um prédio se eu passar mal naquele estabelecimento (D108).

[...] para saber se prevenir você deve saber o que acontece e então tomar prevenções. [...] já mudei vários hábitos meus para melhorar a qualidade do ar interior (QF15).

Percebemos nos relatos que a preocupação desses alunos com QAI avançou para além da aquisição de informações ou do conhecimento de suas implicações e apontou a necessidade de ações para enfrentamento do problema. Essas ações podem envolver mudanças de hábitos ou atitudes diretas, como destacado nos relatos dos estudantes. De qualquer modo, a consciência de que há essa necessidade indica que o conhecimento escolar passou a ser encarado como um meio e não mais como um fim, como uma ferramenta necessária para julgamentos, tomada de decisões e ações.

Estas constatações apontam indícios do desenvolvimento de princípios relacionados à alfabetização científica cívica (seja através das percepções em relação a problemática associada à QAI ou através da consciência da necessidade de ações) e reforçam que o Ensino de Ciências precisa, mais do que contextualizar o conhecimento científico, propiciar condições para uma interpretação crítica da realidade e oportunizar meios para que os estudantes possam tomar consciência de seu papel no contexto social em que estão imersos.

4.3.3 Alfabetização Científica Cultural

Nesta seção pretendemos analisar se o desenvolvimento da inserção didático-pedagógica perturbou as concepções dos estudantes sobre a natureza do conhecimento científico, de modo a inferir se esta proposta contribuiu para que percebessem a ciência como uma atividade essencialmente humana, cujas implicações políticas, sociais e econômicas influenciam em seu processo de construção e desenvolvimento.

Este aspecto é destacado por Bocheco (2011), ao argumentar que um modelo de ensino que não leve em consideração uma reflexão epistemológica da ciência estará longe de colaborar com o processo de alfabetização científica e, ao minimizar a importância das complexas relações existentes entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, também compromete os objetivos educacionais de uma abordagem com Enfoque CTS.

Desse modo, a categoria relacionada à Alfabetização Científica Cultural pretende investigar se os estudantes incorporaram em seus discursos aspectos relacionados à história, filosofia e sociologia da ciência (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001; PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007), e se apresentaram em suas produções textuais uma visão de ciência diferente do estereótipo simplista normalmente propagado.

Conforme dito anteriormente, a categoria foi subdividida em duas outras subcategorias intermediárias: *a natureza da ciência* e *novos olhares para a ciência*. A primeira subcategoria foi estruturada na análise em torno de alguns pontos fundamentais: a validade e as limitações dos modelos e teorias científicas, o papel dos dados empíricos na ciência, as influências externas em seu processo de construção e a visão de cientista apresentada pelos estudantes. Na segunda subcategoria procuramos identificar o modo como as reflexões realizadas impactaram na imagem que os estudantes apresentam da própria ciência e das disciplinas científicas.

4.3.3.1 A Natureza da Ciência

O primeiro ponto a ser analisado nesta subcategoria remete ao processo de formulação dos modelos e teorias científicas. Procuramos levantar nas produções textuais dos estudantes como eles entendem que se daria este processo, buscando evidenciar em suas respostas a existência de elementos que possam caracterizar a atividade científica. Investigar, portanto, qual caminho deve ser trilhado para a formulação de um modelo, de uma lei ou teoria científica, bem como as limitações que essas representações apresentam. Em relação às respostas dadas pelos estudantes, destacam-se os relatos abaixo:

A aula falava sobre o que seria um modelo científico e qual sua utilidade. É tipo uma provável representação de algo que nem sempre é igual ou parecido à realidade. E a utilidade é representar algo que não se pode ver ou é muito pequeno para podermos saber (D068 – grifos nossos).

[...] um modelo científico não é o modelo exato das coisas, mas tem características semelhantes e sempre pode estar mudando em algum detalhe. Ele serve para explicar ou representar alguma teoria (D076 – grifos nossos).

Gases ideais são modelos, representações dos gases que existem no mundo real. Como foi visto na aula sobre modelos, é praticamente impossível estabelecer um modelo que seja perfeitamente condizente com a realidade. Modelos como o dos gases ideais são perfeitamente mensuráveis. Como é possível medir, pesar um gás real? É para isso que existe o modelo. Gases se comportam de maneiras diferentes em

certas temperaturas. Porém, há casos em que os gases reais se comportam como postulado no modelo (D106 – grifos nossos).

Podemos constatar pelos fragmentos destacados que as atividades e discussões realizadas em sala auxiliaram os estudantes a perceberem que os modelos científicos não são cópias da realidade, mas representações úteis para a compreensão de determinados fenômenos ou para a formulação de teorias. Nem sempre essas representações apresentam correlação direta com fatos observáveis no mundo natural ou expressam fielmente algum fenômeno ou evento. Essa constatação é importante para que os estudantes percebam algumas limitações intrínsecas à natureza do trabalho científico.

Outro ponto importante a considerar é sobre a transitoriedade e validade desses modelos e teorias, destacados acima no diário D076 e presente também em outros relatos:

Uma teoria científica nunca está acabada e as chamadas ‘verdades científicas’ ou ‘provado cientificamente’ é algo aceito baseado nas pesquisas atuais. Isso quer dizer que não tem como os pesquisadores chegarem a uma resposta concreta. Eles não têm como testar em todas as pessoas do mundo para saber que determinado produto não faz mal para ninguém (D082).

Em geral, uma teoria científica é baseada em informações e observações feitas por vários outros cientistas que chegaram à mesma conclusão várias vezes. Mas nem mesmo o fato de ter sido testada várias vezes por vários cientistas distintos deixa completamente verdade incontestável, pois sempre pode haver contradições (D085).

Nunca me ocorreu a ideia de que o conhecimento científico nem sempre é tão certo, pois os cientistas confiam naquilo que é chamado de raciocínio indutivo (que muito de nós confiamos também). Por exemplo: como sei que essa cadeira não se quebrará quando eu me sentar nela? Como sei que o sol se levantará amanhã? Por que já vi coisas como essas muitas e muitas vezes. Porém nada impede que a cadeira se quebre quando eu me sentar ou que uma panda inflável de um milhão de quilômetros ilumine nosso dia. Outro exemplo é sobre a análise de várias coisas e a conclusão de que todas são iguais. O raciocínio indutivo, portanto, compromete as verdades científicas e faz nossa confiança nelas diminuir (D091).

Estes relatos indicam que os estudantes começaram a questionar a concepção tradicional de ciência que a caracteriza como um processo definitivo, fiável e objetivo. Segundo Gil-Pérez *et al.* (2001) e Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007), uma visão de ciência rígida, como resultado de um método científico infalível, no qual um conjunto de etapas a seguir mecanicamente, um tratamento quantitativo e controle rigoroso

evitam a ambiguidade, distorce o caráter incerto das teorias científicas e configura-se como uma concepção deformada de ciência.

Não se trata de ignorar as normas, hábitos e técnicas da ciência, mas de compreender que não é a mera observância de um conjunto de regras que fundamenta a atividade científica. Este conjunto de regras configura-se em uma série de recomendações socialmente aceitas pela comunidade científica, mas por si só não implica em certeza alguma. Segundo Strieder (2012) a racionalidade científica e sua capacidade de juízo repousam na maneira como a comunidade científica encontra, por meio do debate, da argumentação e das controvérsias, uma conclusão razoável dentre as várias possíveis.

Podemos considerar, portanto, que a análise dos relatos dos estudantes aponta que a proposta contribuiu para mostrar que o pensamento científico se modifica com o tempo, evidenciando que os modelos e teorias científicas não são construções definitivas, mas objeto de constante revisão.

Para Solomon (1998), considerar a provisoriedade, as incertezas, atribuir valor às tentativas e entender a atividade científica como um processo em permanente construção além de apresentar uma visão mais realista da ciência, possibilita aos estudantes avaliarem suas aplicações considerando os posicionamentos controversos dos especialistas e a aceitar as diferentes alternativas para resolver um determinado problema.

Outro aspecto relacionado com a natureza do conhecimento científico destacado nos textos dos estudantes é sobre a importância atribuída às evidências empíricas no processo de construção e validação desse conhecimento. Segundo esses relatos:

Modelos científicos podem muito bem serem estabelecidos usando como base os sentidos (fazendo experimentos que tenham como fim ver, ouvir, enfim, detectar certas mudanças) ou a razão (não dependendo necessariamente de experimentos). A finalidade disso tudo é poder entender o que acontece realmente, sem precisar ver o que, até agora, não pôde ser visto ou aprendido (D078).

[...] nem todo projeto precisa de experiências para saber se vai dar certo e outra coisa, nem tudo que você for fazer pode dar certo. É igual a receita de um bolo, você pode colocar tudo que pede mas não significa que vai dar certo (D084).

Esses relatos indicam que os estudantes reconheceram que a existência de dados experimentais não implica, necessariamente, na validação de uma determinada teoria. Segundo Gil-Pérez *et al.* (2001), atribuir valor apenas para evidências experimentais implica em uma concepção empírico-indutivista e a-teórica de ciência,

que ofusca o papel fundamental do sujeito na construção do conhecimento científico. Segundo os autores, esse posicionamento unilateral caracteriza outra visão deformada de ciência, ao entender o trabalho científico como produto de observações e experimentações neutras, isentas de hipóteses e teorias disponíveis que orientam todo o processo investigativo.

Ao afirmar que o conhecimento científico pode ser construído tanto a partir de considerações teóricas quanto de evidências experimentais, alguns estudantes demonstram uma compreensão mais aprofundada da atividade científica e apontam que a inserção didática conseguiu perturbar uma concepção estereotipada de ciência, segundo a qual apenas dados empíricos validam esse conhecimento.

Os últimos pontos analisados nessa subcategoria remetem à imagem que os estudantes têm dos cientistas e sua percepção sobre as influências externas na construção do conhecimento científico.

Sobre estes aspectos, basta uma pesquisa rápida na internet para perceber o imaginário social sobre a figura do cientista e a atividade científica. De modo geral, o cientista é retratado como um indivíduo do sexo masculino, solitário, desleixado e genial. Este indivíduo excêntrico interage apenas com seu próprio mundo e tem o laboratório como principal referência de trabalho (KOSMINSKY; GIORDAN, 2002).

Desse retrato caricato propagado na mídia e socialmente aceito deriva uma falsa impressão de que a ciência é uma atividade para alguns poucos escolhidos, uma minoria especialmente favorecida. Para Gil-Pérez *et al.* (2001), isso transmite expectativas negativas aos estudantes, desestimulando seu interesse pela ciência ao caracterizá-la como uma atividade individualista, elitista e eminentemente masculina.

Relacionado à mesma problemática, Gil-Pérez *et al.* (2001) também argumentam que a imagem dos cientistas como seres desconectados da realidade, isentos da necessidade de fazer escolhas e acima do bem e do mal, reforça uma concepção de ciência socialmente neutra. Segundo essa concepção, a atividade científica não apresenta relações com a sociedade ou com o meio ambiente. Os autores ressaltam que parece razoável supor que “uma visão individualista e elitista da ciência apoie implicitamente a ideia empirista de ‘descoberta’ e contribua, além do mais, para uma leitura descontextualizada e socialmente neutra da atividade científica (realizada por ‘gênios’ solitários)” (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001, p. 134). Deriva desse contexto, uma perspectiva de que a ciência, a tecnologia e a sociedade são entidades autônomas e diferentes, sem conexões, e cujas implicações não afetam umas às outras.

Tendo em vista as inferências acima, buscamos contemplar em nossa proposta didática discussões que permitissem uma reflexão sobre a imagem do cientista, sobre

as influências externas em seu trabalho e na atividade científica em geral. Em relação a esses aspectos, destacam-se os relatos abaixo:

Não podemos parar de acreditar na ciência, mas mesmo que a gente acredite não podemos 'confiar cegamente' porque nada relacionado à ciência é totalmente confiável, comprovado. A ciência chega ao mais próximo possível da verdade. O cientista é um cidadão comum como todos nós, a diferença é que ele estudou sobre a ciência, fez experimentos, pesquisas. Ele pode sim ter ajuda de outras pessoas e ser influenciado por elas em suas decisões (D086).

Acho que [a sociedade] interfere sim, porque se um cientista for fazer um experimento ou algo assim e alguém falar não faz isso, coloca aquilo, pega aquele, esse não, com certeza vai estar interferindo (QF09).

Não acho que a ciência seja neutra, pois assim como tem pessoas que a usam de modo certo, tem pessoas que usam para coisas erradas e que acabam prejudicando outras pessoas e a si mesmo. [...] eu sempre achei que a ciência explicava a verdade, o fato de alguma coisa. Toda vez que eu ouvia pessoas na televisão falando que alguma pesquisa foi realizada e que tal coisa fazia mal ou bem às pessoas eu não questionava. Eu achava que era tudo verdade e que 'se foram os cientistas que falaram eu não posso fazer nada'. Mas não, com as aulas desse trimestre eu aprendi que nem toda pesquisa é verdade e que se achamos que está errado, devemos sim questionar, bater o pé e falarmos o que pensamos e não aceitar tudo de cabeça baixa (QF12).

Os relatos selecionados indicam que a partir do desenvolvimento da proposta e das reflexões realizadas em sala os estudantes começaram a perceber a figura do cientista como a de uma pessoa comum, que assim como qualquer outro profissional enfrenta desafios, encontra contradições e sofre múltiplas influências em seu trabalho. Segundo Alves (2009, p.10), essa perspectiva é fundamental uma melhor compreensão da atividade científica e para “acabar com o mito de que o cientista é uma pessoa que pensa melhor que as outras”.

Muito embora não tenha havido menção ao fato de que a atividade científica não se configura como um trabalho masculino, ignorando-se que tanto homens quanto mulheres praticam e fazem ciência com a mesma frequência e competência, acreditamos que as reflexões em sala conseguiram perturbar alguns conceitos (ou preconceitos) difundidos sobre a natureza da ciência ao evidenciar o caráter humano e subjetivo do trabalho científico.

Do mesmo modo, procuramos enfatizar que, assim como aqueles que a praticam, a própria ciência não se caracteriza como uma atividade desconectada da realidade, da conjuntura social e do momento histórico em que se insere. A prática da ciência moderna não é um ato individual e de “livre pensar”, como foi, em maior ou menor extensão, em outras épocas. Ao contrário é resultado da intervenção de um

conjunto de interesses e de atores sociais, não necessariamente cientistas, atuando como parceiros ou adversários, que determinam os limites e amplitude de determinada produção científica a partir de suas próprias agendas (LATOURET, 1987).

Nesse sentido, cabe também destacar que alguns estudantes exemplificaram em suas produções textuais o papel da mídia como formadora de opinião, o fator econômico e o contexto social como influências decisivas para a escolha dos rumos da atividade científica. Isso demonstra que houve indícios de superação de concepções deturpadas e simplistas de ciência, como as apontadas por Gil-Pérez *et al.* (2001), que a caracterizam como individualista, elitista e socialmente neutra.

Desse modo, acreditamos que a análise dos dados constituídos durante e após o desenvolvimento da inserção didática apontam avanços em direção a uma proposta de ensino que promova a alfabetização científica cultural dos alunos, ao possibilitar o engajamento reflexivo dos estudantes na discussão de questões relativas à natureza do conhecimento científico.

4.3.3.2 Novos Olhares para a Ciência

Outro aspecto importante para a alfabetização científica cultural está relacionado com a imagem que os estudantes apresentam da ciência e das disciplinas científicas.

Apesar da sua grande importância em nossa sociedade, o conhecimento científico que é apresentado nas escolas não reflete nenhum dos aspectos da ciência como um empreendimento humano, nem desperta a curiosidade ou interesse dos estudantes. Muito ao contrário, a tradição de um ensino científico pautado na memorização, repetição e treinamento da destreza matemática para a resolução de exercícios é repudiado pela maioria dos alunos, que não veem sentido nem finalidade nesta aprendizagem (CARVALHO, 2007).

Em uma sociedade na qual a informação encontra-se ao alcance dos dedos e basta um leve clique no *mouse* para descobrir, por exemplo, fórmulas, reações e usos para qualquer substância química ou processo industrial publicado, o argumento de que é necessário ir para a escola apenas para adquirir conhecimentos já não se sustenta. Por outro lado, um imaginário social marcado por uma racionalidade científica (amplamente divulgada pelos meios de comunicação e informação) que atribui novos significados e sentidos à realidade, requer uma postura mais crítica e questionadora para o modo como a ciência interfere nos vários aspectos do nosso viver.

Essa conjuntura implica em uma perspectiva educacional que se afaste da mera reprodução de saberes e que se preocupe em propiciar meios para que os estudantes percebam o conhecimento científico como parte importante de suas vidas. Em outras palavras, o conhecimento científico precisa ser encarado não apenas em função de sua utilidade cotidiana, de seus códigos e linguagem específicos ou de seu potencial para entendimento das relações da tecnociência com a sociedade, mas como parte da diversidade cultural que caracteriza o tempo em que vivemos.

Sabemos que o processo de formação de cultura acontece tanto em ambientes formais quanto informais, de modo espontâneo e contínuo. No entanto, acreditamos que também é papel da escola auxiliar os estudantes a perceberem a ciência como mais uma dentre as práticas culturais socialmente legitimadas.

Especificamente no âmbito de nossa pesquisa, buscamos evidenciar a importância da atividade científica como expressão cultural através de discussões e reflexões em sala que possibilitassem aos alunos novos olhares para a ciência e para as disciplinas científicas, em especial para a Química.

Sobre este aspecto, a análise das respostas dos alunos aos questionários propostos ao final da inserção didática apresentou alguns relatos significativos:

Todas as aulas que tive me ajudaram a ver como matérias científicas podem nos ajudar a ter melhores visões do que nos rodeia e saber como funcionam certas coisas, que às vezes até parece algo sem importância para alguém que não preste atenção, mas que pode fazer toda a diferença em certas ocasiões. Isso porque essas aulas deixaram, de certa forma, os alunos mais sábios e atentos aos estudos e a prestar mais atenção no mundo em que vivemos (QF03).

Sim, as aulas de Química foram bem melhores e bem mais interessantes, aprendi bem mais coisas. No meu ponto de vista, as matérias científicas eram muito chatas e complicadas, mas esse trimestre eu pude entender bastante (QF08).

[...] para mim química era um assunto que só os grandes cientistas conseguiam lidar e isso é mentira, porque na verdade qualquer pessoa pode compreender a química (QF13).

Já achava ciência em geral fascinante, mas as aulas expandiram meu gosto pela mesma. Além de reforçar, como sempre, que 'tudo é química'. Porém, o melhor de tudo é que não encaro mais a ciência como 'só contas', mas como algo mais. Envolve não só significados e axiomas, mas o uso e a interpretação da linguagem e do mundo que nos cerca (QF14).

Percebemos nos fragmentos destacados que a ciência e as disciplinas científicas deixaram de ser vistas apenas como disciplinas chatas, complicadas e descontextualizadas. A atividade científica passou a ser encarada como um meio para

interpretação da realidade – da “linguagem e do mundo” (QF14) –, constituindo-se assim, em um mecanismo de aprimoramento pessoal que está ao alcance de todos.

Acreditamos que a admiração pela ciência demonstrada em algumas das produções textuais dos estudantes se configura como mais uma etapa de um processo de alfabetização científica cultural, a partir do qual apesar do reconhecimento das limitações e contradições presentes na construção e desenvolvimento do conhecimento científico, a ciência ainda é entendida como uma ferramenta necessária para a compreensão do mundo em que vivemos.

4.3.4 Alfabetização Científica Profissional

Esta categoria foi construída para analisar indícios de que o desenvolvimento da proposta didática incentivou os estudantes para o trabalho com a ciência ou em áreas correlatas.

A dimensão profissional de um processo de alfabetização científica busca enfatizar a importância econômica de determinado tema ou ressaltar aspectos relacionados à formação profissional dos estudantes. Segundo Milaré, Richetti e Pinho Alves (2009) envolve abordar conhecimentos mais específicos e complexos, que não são tão aplicáveis no cotidiano, mas que por outro lado, são bastante importantes em determinadas áreas profissionais e enquadram-se na Química aplicada ao setor produtivo.

A análise das produções textuais produzidas durante e ao término da inserção, apresentou um único relato que faz menção direta ao interesse em seguir uma determinada carreira científica. Segundo este relato:

Bem, hoje o professor fez uma pergunta: ‘As moléculas se comportam do mesmo jeito que a teoria prevê?’ A resposta é não, até porque o professor nos deu um texto falando sobre as teorias existentes sobre esse assunto e conseguimos calcular o movimento das moléculas. Nessa parte de calcular é a parte que mais gosto, pois tenho muita facilidade em fazer contas, principalmente quando consigo realizá-las. Eu quero ser engenheira ou arquiteta, pois são as coisas que eu tenho muita facilidade e que gosto também (D095).

Percebe-se no relato destacado que a estudante objetiva envolver-se em atividades profissionais associadas com a área das disciplinas exatas (arquitetura ou engenharia) em um futuro próximo. Argumenta que sempre apresentou facilidade para realização de cálculos e sinaliza que essa característica a fez adquirir afinidade pelas disciplinas científicas.

Apesar da análise das produções textuais dos estudantes apresentar este único relato que pode ser relacionado com a categoria de alfabetização científica profissional, acreditamos que o desenvolvimento da inserção didática auxiliou (de maneira direta ou indireta) a realçar uma característica vocacional pré-existente.

4.3.5 Alfabetização Tecnológica Prática

Conforme dito anteriormente, uma proposta de ensino condizente com os objetivos e intencionalidade de um Enfoque CTS deve contemplar de modo equilibrado as relações, inter-relações e imbricamentos dos três elementos que compõem a sigla. Com este intuito, construímos nossa proposta preestabelecendo uma série de parâmetros de alfabetização científica e de alfabetização tecnológica.

Nas seções anteriores concentramos nossa análise nos quatro primeiros parâmetros relacionados à alfabetização científica e, a partir deste momento, enfocaremos os três parâmetros restantes, relativos à alfabetização tecnológica.

Esta primeira categoria de análise busca identificar se os estudantes apresentaram em suas produções textuais indícios da apreensão de conhecimentos tecnológicos básicos e de utilidade imediata. A alfabetização tecnológica prática envolve tanto o entendimento do funcionamento de equipamentos quanto a compreensão de símbolos e da linguagem tecnológica presente em aparatos de uso cotidiano. Essas habilidades são fundamentais para a autonomia no contexto tecnocientífico atual e auxiliam a instrumentalizar o cidadão para interagir com esses dispositivos.

Nesse sentido, aproveitamos a temática da QAI para refletir com os estudantes sobre as funcionalidades e a simbologia associada aos aparelhos de purificação e climatização do ar interior. Sobre estes aspectos destacam-se os fragmentos abaixo:

Na aula de hoje estudamos sobre aparelhos de purificação do ar. Um assunto muito legal que eu não sabia, só conhecia os aparelhos de ar-condicionado. Mas também não são tão eficientes como deveriam. Tem vários tipos de purificadores, como o removedor de partículas, removedores de gás e até mesmo as plantas. Mas eles podem sim ajudar com a purificação do ar, sempre tendo uma ventilação adequada e reduzindo as fontes de poluição. Uma descoberta bem legal também foi a de um aspirador que remove as partículas de pó e também prende micro-organismos ajudando na limpeza (D136).

Alguns aspiradores de pó utilizam filtros do tipo HEPA. Esse tipo é muito bom porque eles são projetados para reter as partículas que fazem mal à saúde, enquanto as vassouras e espanadores levantam partículas de poeira e dispersam ácaros pelo ar (D138).

Concluimos que a maneira mais efetiva de resolver esses problemas é reduzindo as fontes de poluição e utilizar uma ventilação adequada. Depois discutimos sobre os aspiradores de pó que utilizam filtros do tipo HEPA. Vimos que eles podem ser considerados aparelhos de purificação, pois quando são utilizados na limpeza da casa sugam toda a sujeira e seguram dentro deles. Diferente das vassouras que só levantam a poeira e depois de alguns minutos o pó cai tudo de novo no chão (D146).

Sim, pois a partir disso vamos saber qual é o aparelho eletrônico adequado para nós e suas funções. Aprendemos a como entender suas especificações técnicas, tornando melhor e mais segura a sua manutenção (QF06).

Em seus relatos os alunos destacaram algumas características técnicas sobre a operação de aparatos desenvolvidos para purificação e climatização interior, como seus usos, funções e limitações. Como destacamos anteriormente, este é um aspecto importante para um processo de alfabetização tecnológica, pois apesar do entendimento do princípio básico de funcionamento de equipamentos estar relacionado com a alfabetização científica, entender suas funcionalidades enquadra-se na dimensão prática de alfabetização tecnológica. Não conhecer as características de determinados aparatos de uso cotidiano além de impedir o cidadão de interagir satisfatoriamente com esses equipamentos, normalmente implica em seu mau uso e eventualmente em riscos para o usuário.

Alguns alunos também destacam a nomenclatura de alguns filtros presentes em aspiradores de pó (HEPA). Estes filtros proporcionam a limpeza de ambientes domésticos e auxiliam na purificação do ar interior, removendo ácaros e micro-organismos. Este é um exemplo significativo de que compreender elementos da linguagem tecnológica possibilita ao cidadão escolher com mais propriedade, otimizar o uso dos vários recursos tecnológicos disponíveis e, por meio do reconhecimento de suas potencialidades, melhorar sua qualidade de vida.

Desse modo, concluimos que os relatos dos estudantes apresentam indícios de que a proposta cumpriu seus objetivos em relação à dimensão prática de alfabetização tecnológica.

4.3.6 Alfabetização Tecnológica Cívica

Enquanto a categoria associada à alfabetização tecnológica prática buscou verificar se os estudantes apresentaram familiaridade com a simbologia e com a funcionalidade dos aparatos tecnológicos presentes em seu cotidiano, a categoria relacionada com a alfabetização tecnológica cívica pretende identificar indícios de

reflexões sobre a real necessidade desses aparatos e sobre o papel que cada indivíduo possui como usuário e consumidor dessas tecnologias.

Segundo Santos e Mortimer (2002), limitar a educação tecnológica ao entendimento de como funcionam os equipamentos tecnológicos pode favorecer uma prática de ensino alienante, permitindo a manutenção do processo de dominação do homem pelos ideais de lucro desmedido e ignorando a busca por um desenvolvimento sustentável.

Nesse sentido, procuramos identificar se as discussões em sala auxiliaram os estudantes a estabelecer critérios para aquisição de um equipamento de climatização ou purificação do ar, levando em consideração as relações de custo-benefício envolvidas. Buscamos através dessa discussão auxiliar aos estudantes no desenvolvimento de autonomia nas negociações que envolvem produtos tecnocientíficos, em especial no que se refere à real necessidade de adquiri-los e ao seu impacto ambiental.

Sobre estes aspectos, destacam-se vários relatos produzidos pelos alunos durante a inserção didática, dos quais selecionamos alguns para reprodução logo abaixo:

Quais as maneiras mais efetivas de propiciar uma melhoria na qualidade do ar interior? A resposta é simples: a maneira mais efetiva de resolver esse problema é reduzindo as fontes de poluição e utilizando uma ventilação adequada. Se todo mundo fizer isso o ar dentro de casa vai melhorar muito. Eu, particularmente, gostei muito da aula e aprendi que a melhor coisa é você ter uma ventilação adequada e diminuir a poluição. Isso favorece mais a nossa saúde do que comprar os aparelhos de purificação do ar interior (D142 – grifos nossos).

Sim, porque agora eu posso dizer para eles que não é adequado comprar aquele equipamento. Que o mais adequado é um que não prejudique nossa saúde e eu entendo agora qual seria o melhor. E meus pais quando eu falo alguma coisa que eu aprendi na escola eles acreditam e procuram seguir (QF02 – grifos nossos).

Acho que para comprar é necessário avaliar o preço. Às vezes pode ser caro, mas não ser tão bom quanto parece e um mais barato pode ser melhor. Tem que ver se a qualidade é realmente boa, se economiza energia, se faz realmente bem ao ambiente, ao ar (QF07 – grifos nossos).

As diferenças entre cada um dos equipamentos pode passar despercebida para a maioria de nós, mas elas existem. Além disso, podemos levar em conta e avisar as pessoas próximas do perigo de cada um deles e também da pouca influência que purificadores naturais exercem no ambiente (como plantas). A compra deve ser feita levando em consideração a potência, o número de pessoas na casa, o tamanho do espaço, nada que libere ozônio, etc. (QF14 – grifos nossos).

Percebemos que os relatos dos estudantes ressaltam a necessidade de critérios para a seleção e aquisição de um dispositivo de climatização ou purificação do ar interior. Os alunos destacam que apesar da maioria dos equipamentos apresentarem características semelhantes, são as características particulares de cada equipamento que devem ser pesadas no momento da compra. Ressalta-se também que as reflexões auxiliaram os alunos a perceber seu papel como formadores de opinião. Seu conhecimento mais aprofundado sobre o tema pode (e deve) influenciar nas escolhas das pessoas ao seu redor.

Dessa forma, evidencia-se que conhecer sobre as características, implicações, perigos e cuidados necessários para a aquisição ou utilização de determinado aparato tecnológico é vital para uma educação tecnológica preocupada com a formação de consumidores responsáveis. Longe de fomentar uma postura anti-tecnológica, reforçando apenas as características negativas da tecnologia e dos dispositivos associados, trata-se de incentivar os estudantes a adotarem uma atitude crítica em relação à necessidade e às implicações do uso indiscriminado desses aparatos.

4.3.7 Alfabetização Tecnológica Cultural

Nesta categoria analisamos se o desenvolvimento da inserção didático-pedagógica auxiliou os estudantes a estabelecerem uma concepção do que vem a ser a tecnologia, de modo a inferir se a proposta contribuiu para que percebessem a atividade tecnológica como decorrente de uma rede de relações humanas, com suas próprias motivações, influências, valores, contradições e interesses.

Nesse sentido, buscamos encontrar nas produções textuais dos estudantes indícios de que por meio das atividades e dos debates realizados em sala eles conseguiram se posicionar criticamente sobre a natureza da tecnologia e sua estreita relação com o contexto social em que se insere.

Com este intuito, inicialmente direcionamos a análise no sentido de identificar nas falas dos alunos se houve diferenciação entre a atividade tecnológica, a atividade científica e o (mero) uso ou produção de aparatos tecnológicos. Procuramos verificar indícios de que a tecnologia passou a ser encarada como um campo de saberes que não se resume a manufatura de dispositivos e que, apesar de sua fecunda e intrínseca relação, também não se configura em ciência aplicada (que ambas – ciência e tecnologia – podem trilhar caminhos distintos).

Sobre estes aspectos, são significativos os relatos abaixo:

Vimos que a tecnologia, não são só os aparelhos eletrônicos e que ela está presente em nossa vida mais do que a gente imaginava. Hoje em dia é difícil se separar do mundo tecnológico. A tecnologia é muito boa e importante para a nossa vida, pois ela facilita nossas tarefas e torna mais fácil nossa vida. Diversas doenças e limitações são superadas e a vida se prolonga através da tecnologia. Mas ao mesmo tempo ela traz algumas desvantagens, como o controle e manipulação da nossa vida (D158).

Estamos cercados de tecnologia o tempo todo e de todos os modos, e geralmente quando não há reflexão sobre o que nos cerca a tendência é estagnar. Ao pensarmos criticamente concluímos que a tecnologia influência de maneira estrondosa em nossa sociedade e a reflexão foi deixada de lado por causa dela. Para evitar o domínio da criação sobre o criador é necessário que se tenha consciência dos fins das demais tecnologias e dos meios que elas influenciam em nossas vidas, como se tivessem vida própria. E essa reflexão (não há certeza) pode ser que nos ajude a iluminar algumas concepções, ajudando-nos a decidir seus caminhos e fazer o uso da tecnologia em função de seu objetivo: melhorar a vida das pessoas. Cabe a cada um de nós não ser negligente. [...] Podemos definir tecnologia como tudo o que foi desenvolvido por mãos humanas no decorrer da história. Discutir tecnologia é discutir a ciência, as construções e também os equipamentos e sua influência na sociedade e também na Terra (QF14).

Os relatos indicam que os estudantes perceberam que não são os objetos em si que definem a tecnologia. Que esses artefatos são apenas produtos da atividade tecnológica, resultados decorrentes de uma série de ações humanas e não humanas (aspectos organizacionais, técnicos, sociais e culturais) que fazem com que os objetos se materializem e adquiram valor (LINSINGEN, 2007).

Alguns alunos também demonstram a compreensão de que a tecnologia envolve um grupo próprio de estudos bastante heterogêneo e distinto daqueles associados com a atividade científica.

Segundo a concepção clássica, cabe a ciência fornecer a fundamentação teórica para a construção tecnológica. Nesse esquema, a ciência sempre antecede a tecnologia. Porém, tal distinção é bastante abstrata e são vários os exemplos na literatura que desmistificam esse posicionamento clássico, reconhecendo que a tecnologia também é capaz de gerar ciência: a tecnologia das lentes surgiu antes da ciência ótica e Galileu não imaginava como e por que funcionava o telescópio que lhe permitiu revolucionar a astronomia; a máquina a vapor impulsionou a revolução industrial e foi inventada antes dos princípios da termodinâmica terem sido estabelecidos (CASTELFRANCHI, 2008; OGIBOSKI, 2012). Por outro lado, há inúmeras teorias científicas que surgiram independentemente de qualquer descoberta tecnológica.

Desse modo, torna-se fundamental que os estudantes percebam que apesar da ideia de que a hibridização desses campos de saberes numa perspectiva linear de

desenvolvimento (pesquisa – ciência – tecnologia) seja bastante fecunda, não explica a complexidade e as especificidades de cada uma dessas áreas do conhecimento humano.

Também é perceptível nos discursos dos estudantes sua preocupação em mensurar o quão abrangente a tecnologia se tornou e o quanto interfere em nossas vidas. Argumentam que é difícil separar o mundo natural do mundo artificial, que suas fronteiras apresentam-se cada vez mais tênues e “estamos cercados de tecnologia o tempo todo e de todos os modos” (QF14). Esta sensação de onipresença causa certo desconforto, principalmente se levarmos em consideração que a relação nem sempre parece consensual.

Ao mesmo tempo em que os alunos concordam que a tecnologia torna nossas vidas melhores e mais fáceis, também demonstram inquietação com os rumos da atividade tecnológica e principalmente, com seu poder de decisão nesse processo. No entanto, a velocidade de crescimento da tecnologia e sua influência nos mais diversos aspectos da vida do homem, parece não dar espaço para a uma reflexão aprofundada sobre suas implicações.

Tendo estes aspectos em mente, em um segundo momento da análise, classificamos as reflexões dos estudantes sobre a atividade tecnológica através dos eixos de neutralidade/intencionalidade e de autonomia/controle humano propostos por Feenberg (2002). Enquanto no primeiro eixo a tecnologia pode ser encarada como neutra ou carregada de valores, no segundo eixo ela se distingue por seguir seus próprios desígnios ou apresentar-se sujeita ao controle humano. Buscamos através dessa classificação explicitar as distintas formas pelas quais a atividade tecnológica pode ser entendida e, no decorrer desse processo, compreender as concepções de tecnologia apresentadas pelos alunos.

Salientamos que a despeito do processo de análise que será apresentado, o debate em sala foi conduzido de modo a não atribuir julgamentos sobre posicionamentos corretos ou errados. Ao mesmo tempo em que nenhuma dessas escolhas é óbvia, cada uma delas implica em uma concepção de tecnologia. Independentemente de concordarmos ou não com os posicionamentos dos estudantes, nosso propósito foi de fazê-los refletir sobre a natureza da atividade tecnológica e suas implicações em nosso modo de vida.

No Quadro 9 listamos alguns relatos representativos das impressões dos estudantes sobre as relações da tecnologia com os valores e capacidades humanas.

TECNOLOGIA	RELATOS
Neutra e autônoma (DETERMINISMO)	É um assunto que dá muito ‘pano para a manga’ porque existem vários tipos de tecnologia para várias situações e usos, mas a tecnologia não tem um certo ou um errado, varia da forma de cada um pensar e utilizar a tecnologia. Praticamente tudo ao nosso redor é tecnologia, desde a luz de dentro de casa até as armas que os militares usam tem tecnologia, para o bem como também para o mal. A tecnologia segue seus próprios caminhos, nós nos adaptamos a ela e somos influenciados por ela (D149).
Neutra e humanamente controlada (INSTRUMENTALISMO)	A tecnologia pode ser neutra, como no caso das armas. Elas não disparam sozinhas, nós que escolhemos usá-las ou não, como se diz ‘armas não matam pessoas, pessoas matam pessoas’ (D155).
Carregada de valores e autônoma (SUBSTANTIVISMO)	Existem muitas coisas que são tecnologia e não duvido que anos mais tarde tudo vai ser e existir em função da tecnologia. [...] Na minha opinião a tecnologia vai chegar ao ponto de ninguém mais conseguir parar ela de crescer e se modificar (D150).
Carregada de valores e humanamente controlada (TEORIA CRÍTICA)	Podemos decidir os caminhos da tecnologia, pois se não gostarmos não compramos e isso faz com que nós tenhamos a tecnologia a nosso gosto. Também acho que não deveria existir tecnologias como as usadas com as armas, bombas nucleares e outros tipos que são usadas na guerra, porque essas só têm o objetivo de matar ou ferir (D156).

QUADRO 9 – A TECNOLOGIA, OS VALORES E AS CAPACIDADES HUMANAS

FONTE: O Autor (2015)

No primeiro relato (D149), o estudante alega que “praticamente tudo ao nosso redor é tecnologia” e que “segue seus próprios caminhos, nós nos adaptamos a ela e somos influenciados por ela” apresentando uma visão determinista de tecnologia. Para Feenberg (2002), esta concepção neutra e autônoma da atividade tecnológica resulta de uma compreensão funcional que acredita no avanço tecnológico como força motriz da humanidade.

Os deterministas defendem que a tecnologia não é humanamente controlada e que, ao contrário, molda a sociedade através das exigências de eficiência e progresso do mundo moderno. Segundo essa concepção, os avanços tecnológicos sempre agem no sentido de melhorar a vida de todos e se configuram como imperativo do progresso. Nosso papel nesse contexto não é o de adaptar a tecnologia às nossas necessidades e sim, de nos adaptarmos a ela. Do ponto de vista determinista, o não cumprimento social das restrições que são impostas pela tecnologia implica em restrição do progresso ou diminuição de sua eficiência. É a eficiência que direciona toda atividade tecnológica e é nela que repousa a confiança no progresso humano.

Segundo Winner (1986), essa postura pode ser caracterizada como uma espécie de "sonambulismo tecnológico", segundo o qual as pessoas apresentam um

comportamento conformado perante a atividade tecnológica e seus produtos derivados. O autor argumenta que o avanço tecnológico não se desenvolve em um meio socialmente neutro e que alguns grupos favorecem a produção de determinadas tecnologias em detrimento a outras.

Contrariando a concepção determinista, Winner (1986) esclarece que a atividade tecnológica encontra-se inevitavelmente sujeita às ações de diversos grupos sociais com as mais variadas concepções de eficiência, progresso e bem-estar. Naturalmente, nem todos esses agentes influenciam seus rumos com a mesma intensidade ou intencionalidade. Dessa forma, a atividade tecnológica não pode ser encarada de modo inflexível e descontextualizado. A tecnologia apresenta íntima relação com os interesses sociais e seu desenvolvimento se encontra dependente (em maior ou menor extensão) desses interesses.

No segundo relato destacado (D155), o estudante exemplifica que “armas não matam pessoas, pessoas matam pessoas”, denotando uma concepção instrumentalista de tecnologia. Segundo Feenberg (2005), a posição instrumentalista entende a tecnologia como um meio neutro subjugado aos desejos/interesses do homem e deriva de uma concepção de pura instrumentalidade generalizada pelo senso comum, assumida naturalmente pela maioria das pessoas.

Para os instrumentalistas a tecnologia não possui propósitos inerentes e seus artefatos derivados não possuem intencionalidade intrínseca. Assim como a posição determinista, o cumprimento dessas metas é atingido pela máxima eficiência dos dispositivos tecnológicos. Diferentemente dos deterministas, os instrumentalistas acreditam nas pessoas sempre possuem controle dos desígnios da atividade tecnológica. Segundo Feenberg (2002), esta ideia é justificada por dois argumentos: 1) a tecnologia em si é neutra por não possuir qualquer tipo de relação com os valores (morais ou políticos) que caracterizam qualquer contexto sociocultural e; 2) a tecnologia é universal por não possuir nenhuma intencionalidade (além da máxima eficiência) que comprometa o seu carácter racional objetivo.

O primeiro argumento é refutado pelos mesmos motivos apresentados anteriormente na crítica realizada por Winner (1986) ao determinismo tecnológico. Já em relação ao segundo argumento, o mesmo autor esclarece que o desenvolvimento de determinada tecnologia ou aparato nem sempre é pautado pela objetividade ou pela racionalidade.

Independentemente da vontade daqueles que utilizam as soluções tecnológicas, alguns artefatos são produzidos com fins específicos (nem sempre explícitos para os usuários) e carregam consigo interesses sociais, culturais, políticos ou religiosos embutidos em seu projeto (pontes construídas especificamente para

impedir a passagem de alguns tipos de veículos, dificultando o acesso de determinados grupos sociais ou máquinas financeiramente dispendiosas produzidas especificamente para diminuir a presença humana nas fábricas) (WINNER, 1986). Desse modo, nem sempre os avanços tecnológicos são guiados pelos princípios da eficiência e da universalidade (não apresentam a mesma funcionalidade para todos) e eventualmente são desenhados com propósitos diferentes daqueles assumidos pelos seus usuários.

No terceiro relato apresentado, o estudante argumenta que “tudo vai ser e existir em função da tecnologia” e que a tecnologia “vai chegar ao ponto de ninguém mais conseguir parar ela de crescer e se modificar” (D150). Esta concepção designada de substantivista entende que a tecnologia é autônoma e carregada de valores.

Segundo Feenberg (2002), o termo foi escolhido para descrever uma posição que atribui valores substantivos à tecnologia, em contraste com as visões do instrumentalismo e do determinismo, que compreendem a tecnologia como intrinsecamente neutra. Partindo da interpretação desses valores, o substantivismo entende que a tecnologia se constitui como uma ameaça aos princípios humanísticos da sociedade moderna.

Ao contrário do instrumentalismo e do determinismo, o substantivismo entende a tecnologia como uma tendência para o controle e, apesar de encontrar-se intimamente relacionada com os valores sociais, determina-os de acordo com a racionalidade intrínseca dos seus próprios valores. O homem é deixado de fora do processo de escolha e do próprio desenvolvimento tecnológico, pois a racionalidade tecnológica, responsável pela determinação dos valores sociais é autônoma, completamente independente da vontade humana e do contexto no qual se insere (FEENBERG, 1999).

Além disso, o substantivismo defende ainda que a tecnologia determina também o próprio homem através da sua ação sobre a percepção dos indivíduos sobre o mundo que o cerca. Segundo Winner (1986), ao determinar quais os valores sociais do contexto no qual se insere, a tecnologia determina também as concepções de mundo que são construídas individualmente por cada homem. A exclusividade da tecnologia no substantivismo é extrema e pessimista: ou rejeita-se a tecnologia dos nossos dias no seu todo ou admite-se ser transformado por ela.

Nesse contexto, decidir utilizar a tecnologia não se configura como a escolha de um modo de vida mais eficiente, mas como a opção por um modo de vida diferente. Para Winner (1986), essa visão admite que a tecnologia carrega consigo certos valores que têm o mesmo caráter exclusivo das crenças religiosas. Entretanto, o autor argumenta que a tecnologia é ainda mais persuasiva que a religião, visto que não

requer nenhuma crença para que se reconheça sua existência e que se obedeçam seus desígnios. Uma vez que uma sociedade opte pelo caminho do desenvolvimento tecnológico, ela será inevitavelmente transformada em uma sociedade tecnológica, um tipo específico de sociedade dedicada a valores tais como eficiência e poder (WINNER, 1986; FEENBERG, 1999).

Um exemplo extremo dessa visão pessimista de tecnologia é apresentado no romance *Admirável Mundo Novo*, de Aldous Huxley (1932). Nesse hipotético futuro não existe o conceito de família ou religião. A tecnologia domina a humanidade e os seres humanos são produzidos em linhas de montagem, destinados a propósitos sociais específicos e condicionados a viver em harmonia, segundo as leis e regras de uma sociedade organizada por castas. Nesse ambiente mecanicamente organizado, não há espaço para a individualidade e as pessoas são pouco mais que engrenagens de uma grande máquina.

O livro apresenta o confronto entre a tradição e o mundo moderno, reiterando a impossibilidade de convivência entre os valores tradicionais e os preceitos do mundo tecnológico. Trata-se, essencialmente, de uma visão substantivista levada ao seu extremo, mas configura-se em um exemplo bastante representativo do prenúncio de hostilidade para o homem representado pela tecnologia, segundo esta concepção.

No quarto relato apresentado no Quadro 8, o estudante argumenta que “podemos decidir os caminhos da tecnologia” e que não deveriam existir determinadas soluções tecnológicas como as armas, “porque essas só têm o objetivo de matar ou ferir” (D156). Apesar do estudante considerar que o único mecanismo de controle da atividade tecnológica é o econômico, ao destacar esse mecanismo e afirmar que certos aparatos possuem intencionalidade, seu relato se caracteriza como uma concepção de tecnologia humanamente controlada e carregada de valores.

Segundo Feenberg (2002), esta é uma visão crítica da tecnologia e ampara-se na crença de que a ação humana pode transformar a sociedade tecnológica em um lugar melhor para se viver.

Ao contrário das concepções tradicionais apresentadas, a teoria crítica da tecnologia define-a a partir da relação que ela possui com a sociedade moderna. Segundo essa concepção, as ideias de que a tecnologia seja neutra, autônoma, ou de que apresenta consequências catastróficas para a humanidade são postas à parte.

A tecnologia desenvolve-se historicamente e é compreendida a partir do modo como estrutura o mundo social por meio dos serviços que presta aos indivíduos. A atividade tecnológica é por isso definida como pertencente na ordem sociopolítica do mundo moderno, e, desta forma, tal como a lei, a economia, a cultura e as próprias

instituições, encontra-se sujeita a transformações suscetíveis à ação humana (FEENBERG, 2002).

De acordo com teoria crítica, os valores incorporados na tecnologia podem ser socialmente definidos e não são representados adequadamente por conceitos abstratos tais como a eficiência ou o controle. Desse modo, o problema não reside na tecnologia como tal, mas na busca em criar instituições apropriadas ao exercício do controle humano sobre ela. Segundo Feenberg (2002), o desafio que se impõe a cada um de nós e a todos nesse processo de democratização da atividade tecnológica é o de propiciar meios para o aumento da participação social nas decisões sobre sua produção e desenvolvimento.

Ao longo desta subcategoria foram analisadas as produções textuais dos estudantes relacionadas às suas concepções de tecnologia. Perante a complexidade histórica e filosófica que permeia cada uma das perspectivas discutidas, nos limitamos a explorar sucintamente as bases teóricas que as amparam.

No processo de atribuir sentidos e procurar compreender as ideias fundamentais apresentadas nos relatos dos estudantes, identificamos algumas concepções de tecnologia um tanto ingênuas e outras com certa dose de criticidade. Não poderia ser diferente, visto que um processo de alfabetização tecnológica cultural não acontece espontaneamente, demanda tempo para a discussão de uma série de pontos de vista divergentes e implica em reflexões sobre a natureza da atividade tecnológica.

A tecnologia influencia profundamente nosso modo de vida e essas reflexões são essenciais para que os estudantes consigam perceber a abrangência e as implicações dessa influência. Nesse sentido, evidencia-se a necessidade de práticas em sala de aula que oportunizem condições para que os estudantes possam analisar os diferentes aspectos que caracterizam o contexto tecnológico que permeia as relações sociais na atualidade.

4.4 Categoria Emergente: Estratégias Didáticas

Conforme destacado anteriormente, o embasamento teórico utilizado para a construção e desenvolvimento da proposta didática naturalmente se configurou em um grupo de categorias de análise definidas *a priori*. Essas categorias foram descritas nas seções anteriores. Entretanto, durante o processo de desconstrução do *corpus* da pesquisa e estabelecimento das unidades de significado, a leitura e interpretação das

produções textuais dos estudantes apresentaram uma série de elementos comuns que se constituíram em uma nova categoria de análise, definida *a posteriore*.

A categoria emergente foi denominada *Estratégias Didáticas* e se relaciona com as percepções dos alunos sobre o desenvolvimento das aulas, sua participação nas discussões em sala e suas impressões das atividades realizadas.

No esforço para estabelecer compreensões sobre os diversos aspectos contidos nos relatos dos estudantes, subdividimos esta nova categoria de análise em outras três subcategorias: *A Dinâmica das Aulas*, *A Importância da Experimentação no Ensino de Química* e *A Escrita e o Aprendizado no Ensino de Química*.

O Quadro 10 destaca o número de relatos identificados nas subcategorias que compõem a categoria emergente.

Categoria	Subcategorias	Fonte dos Relatos	Total
Estratégias Didáticas	A dinâmica das aulas	D005, D009, D055, D064, D065, D075, D077, D103, D108, D192, QF03, QF06, QF17, QA02, QA03, QA04, QA09, QA11, QA12, QA13, QA15, QA18	51
	A importância da experimentação no Ensino de Química	D018, D022, D024, D025, D026, D028, D029, D030, D034, D040, D167, D169, D172, D181, D185, QF02, QF06, QF11	
	A escrita e o aprendizado no Ensino de Química	QA02, QA03, QA04, QA05, QA07, QA09, QA12, QA13, QA16, QA17, QA18	

QUADRO 10- RELATOS ASSOCIADOS COM ÀS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS

FONTE: O Autor (2015)

O Quadro 10 indica que a categoria emergente apresentou um maior número de relatos quando comparada individualmente com qualquer uma das categorias definidas *a priori*. No intuito de analisar esse número expressivo de relatos, a seguir discutiremos cada uma das subcategorias relacionadas com as estratégias didáticas utilizadas durante o desenvolvimento da intervenção pedagógica.

4.4.1 A Dinâmica das Aulas

Em geral, a disciplina de Química encontra resistência por parte dos alunos. Segundo Mortimer e Machado (2011), essa resistência deriva de um modelo de ensino que não visa a construção de conceitos e encontra-se pautado pela memorização de fórmulas, macetes ou pela simples aplicação de saberes de pouco uso cotidiano.

Ainda que a crescente especialização tenha afastado alguns conceitos químicos da cultura geral, é inegável sua importância para a vida das pessoas. Isso ocorre não só através dos produtos derivados, mas por meio de sua presença nas inovações da medicina, no aprimoramento de técnicas produtivas, nas melhorias da qualidade e tempo de vida das pessoas, além dos conhecimentos necessários para embasar o debate e participação em várias questões sociais, ambientais e políticas.

Estes e vários outros exemplos auxiliam a justificar a necessidade de práticas em sala de aula que favoreçam uma melhor aprendizagem e estimulem o interesse pelo Ensino de Química.

Segundo Santos e Schnetzler (2003), não se pode ignorar que o objetivo da Educação Básica é o de assegurar ao indivíduo uma formação capaz de habilitar sua participação como cidadão na vida em sociedade. Os autores argumentam que isso implica em um Ensino de Química que apresente sentido para os estudantes, no qual o foco não pode ser o conhecimento científico em si, mas o preparo para o exercício consciente da cidadania.

Nesse contexto, acreditamos que uma nova atitude frente aos conteúdos disciplinares por meio de uma abordagem com Enfoque CTS além de oportunizar a formação de cidadãos conscientes e críticos, é uma das possíveis formas de resgatar o interesse dos estudantes pela Química.

Entretanto, defendemos que a efetiva implementação de uma abordagem com Enfoque CTS não se reduz somente a mudanças organizacionais e de conteúdo, mas envolve também a dinâmica das aulas. Desse modo, procuramos privilegiar durante as aulas atividades e práticas que favorecessem a participação ativa dos alunos, valorizassem o diálogo, o caráter investigativo e o debate de ideias.

Estes aspectos não passaram despercebidos pelos estudantes em suas produções textuais e são significativas as impressões destacadas nos relatos a seguir:

A aula foi muito interessante, várias pessoas participaram e deram suas opiniões, foi muito boa e participativa. [...] Na minha opinião, eu gostei da aula pois foi uma aula interativa e fiquei sabendo de coisas que não sabia (D009).

Houve bastante diferença em relação às aulas de química do início do ano. Como o assunto envolvia teoria científica parece ser mais fácil para abordar os assuntos dessa maneira. Cada uma das aulas começava com uma introdução e se desenvolvia com experimentos, pensamentos, escrita, etc. E isso é claro, não se parece com uma aula de ensino médio – se aproxima mais de uma aula acadêmica. [...] As aulas foram sempre um terreno preparatório para a aula seguinte e após o término as ideias se organizavam automaticamente na cabeça. Ao invés de haver choques entre as ideias passadas nas aulas, ocorre uma interação mútua: os assuntos se completam, facilitando as conclusões e a fixação. As aulas, seus demais

exercícios e diários eram todas peças de um quebra-cabeça que só seria montado com todas elas (QA13).

No meu ponto de vista, todos os conhecimentos trabalhados foram bons, pois se me perguntarem sobre qualquer um dos temas saberei responder de forma correta. Não detalhadamente em certos pontos, pois é muita informação, mas sim aprendi muito mais com esse formato de aula (QA15).

Achei criativo e produtivo, cada vez que chegava o dia de aula de química eu não queria faltar porque sabia que ia ser divertido e que eu ia descobrir coisas que nem sabia ser possível acontecer (QA18).

Os estudantes destacam a diferença entre as aulas desenvolvidas durante a proposta didática e as aulas tradicionais de Química. Ressaltam que “várias pessoas deram suas opiniões” (D009), e que as atividades propostas pareciam “peças de um quebra-cabeça que só seria montado com todas elas” (QA13), denotando sua impressão de que as aulas foram bem articuladas e se apresentaram mais interativas, participativas e instigantes.

Apesar de demonstrarem certo espanto com o modo como foram conduzidas, destacando que “não se parece com uma aula de ensino médio – se aproxima mais de uma aula acadêmica” (QA13), os alunos apresentaram uma avaliação positiva do planejamento e desenvolvimento das aulas durante a inserção pedagógica. Salientam que “cada vez que chegava o dia de aula de química eu não queria faltar porque sabia que ia ser divertido e que eu ia descobrir coisas que nem sabia ser possível acontecer” (QA18), evidenciando que a existência de um clima favorável durante as aulas é essencial para mobilizar a aprendizagem e o interesse pelas disciplinas científicas.

Acreditamos que a utilização dos Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV, 1982; 1983; 1991; DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002) como estratégia didática auxiliou a imprimir uma nova dinâmica para as aulas e, ao valorizar o diálogo em sala, evidenciou aos alunos seu papel de protagonistas do processo educativo e de corresponsáveis pelas ações que fazem parte desse contexto. Eles passaram a colocar suas opiniões sem receio de críticas ou repreensões por parte do professor ou dos próprios colegas. Dessa postura, o debate e argumentação nas aulas de Química começaram a ser vistos com naturalidade.

A importância dos 3MP como estruturadores do trabalho em sala também é perceptível em outros relatos dos estudantes, como os que se seguem:

Logo após estas 14 aulas o modo de ver as aulas de química ficou muito mais interessante, o modelo de ensino aplicado deixou as aulas de química um tanto mais ‘especiais’ em relação às aulas das outras matérias. Este modelo de ensino, além de transmitir ao aluno o conhecimento com mais facilidade, colocaram certa filosofia aplicada

em cada uma das aulas. Quando o professor chegava na sala e fazia algumas perguntas antes de aplicar o conteúdo, fazia assim os alunos pensarem sobre o assunto antes de aprendê-lo e deixava suas mentes abertas para o conhecimento entrar (QA02).

Achei muito boa porque começava com perguntas do professor que nós respondíamos aquilo que sabíamos sobre o assunto e o professor perguntava de outra forma. Nosso pensamento mudava de opinião e aí ele deixava a dúvida e entregava os textos. Após a leitura e a explicação das perguntas víamos que nossa opinião estava certa ou errada. [...] Apesar da vergonha de falar em sala de aula até nisso me surpreendi. Quando eu sabia de algo eu falava e nas experiências também me dispunha a compartilhar meus entendimentos e minhas dúvidas com as experiências. Isso me motivou mais ainda a aprender (QA04).

Interessante, porque sempre começava as aulas com umas perguntas bem difíceis de responder e no decorrer das aulas nos descobríamos que não era bem assim. O professor ia explicando e nós víamos como era fácil (QA09).

A forma que as aulas foram realizadas foi muito boa, porque logo no início da aula o professor nos fazia algumas perguntas sobre o conteúdo e isso nos fazia pensar em cada possibilidade de resposta. Nas aulas antigas, além de nós alunos faltarmos bastantes, a gente não tinha o compromisso que a gente teve nessas aulas (QA12).

Quando o estudante relata que o professor possibilitava aos alunos “pensarem sobre o assunto antes de aprendê-lo” (QA02), evidencia-se a relevante contribuição que os conhecimentos prévios dos alunos apresentam como elementos facilitadores da aprendizagem. Como argumenta Muenchen (2010), do mesmo modo como as concepções alternativas dos alunos podem naturalmente servir como elementos de motivação para novos aprendizados, sua falha em responder satisfatoriamente todas as situações apresentadas também torna possível surgir a necessidade de novos conhecimentos, capazes de responder à problematização introduzida.

Entretanto, como destacam Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), é importante salientar a necessidade de uma interferência direta do professor para que essa curiosidade demonstrada pelos alunos em relação à situação apresentada durante a problematização inicial não se perca, e se desdobre em uma curiosidade epistemológica pelos problemas científicos.

Nesse contexto, é significativo outro relato destacado, no qual o estudante explica que a aula sempre se iniciava com uma pergunta difícil de responder e que “no decorrer das aulas nos descobríamos que não era bem assim” (QA09). O estudante finaliza afirmando que através das intervenções do professor “nós víamos como era fácil”. Ressalta-se aqui mais uma vez a importância da função do professor, desta vez como mediador em todas as etapas do processo de ensino e aprendizagem, incentivando a participação do aluno na abordagem da situação/problema

(estimulando explanação de suas ideias prévias), no desenvolvimento do assunto e sua conclusão.

Conclui-se assim, que a opção pela dinâmica dos 3MP como estruturadores do trabalho em sala, implica também em uma opção por uma postura dialógica por parte do professor, que precisa encontrar um ponto de equilíbrio entre o ouvir e o explicar, oportunizando ao aluno interagir com suas dúvidas, exercitar sua curiosidade e tornar-se efetivamente um agente do seu próprio aprendizado.

Desse modo, apesar de nenhuma de suas etapas (problematização inicial – organização do conhecimento – aplicação do conhecimento) ter sido nomeada diretamente pelos estudantes em suas produções textuais, acreditamos que os 3MP foram fundamentais para que os alunos mantivessem uma participação ativa ao longo de todo o processo e apresentassem uma visão mais positiva da disciplina.

4.4.2 A Importância da Experimentação no Ensino de Química

A busca por metodologias que facilitem o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem nas aulas de Química tem ganhado espaço nos últimos anos com a consolidação da pesquisa no Ensino de Ciências no Brasil (SCHNETZLER; ARAGÃO, 1995). Dentre as possibilidades apresentadas na literatura, destaca-se a ênfase no ensino experimental, em oposição às tradicionais aulas expositivas.

A experimentação vem sendo intensamente debatida entre pesquisadores da área de educação em ciências e geralmente tem sido apontada como um importante recurso no desenvolvimento de saberes conceituais, procedimentais e atitudinais (GALIAZZI *et al.*, 2001).

Santos e Schnetzler (1996) ressaltam que, especificamente no âmbito do Ensino de Química, a importância da experimentação reside na caracterização de seu papel investigativo e de sua função pedagógica em auxiliar o aluno na compreensão dos fenômenos químicos. Desse modo, as atividades experimentais se revestem em instrumentos auxiliares da prática docente que podem instigar a curiosidade dos alunos em relação aos assuntos abordados em sala – apresentando um caráter motivador – e contribuir para a construção do conhecimento científico.

No entanto, Francisco Júnior, Ferreira e Hartwig (2008) argumentam que para que a função pedagógica das atividades experimentais estreite o elo entre a motivação e a aprendizagem, o papel do educador é de suma importância, pois qualquer que seja o recurso didático ou metodologia utilizada, o que vai tornar a aula mais atraente ao aluno é o planejamento realizado pelo docente. Torna-se necessário que o

professor pondere as várias possibilidades do trabalho experimental para que possa focalizar suas ações naquelas que pareçam mais coerentes com a metodologia de aula, com os conteúdos abordados, com a temática a ser discutida, com a complexidade dos experimentos, com a turma, com os recursos, o espaço e o tempo disponível para realizá-las.

Tendo estes vários aspectos em mente, procuramos realizar experimentos com materiais de baixo custo, que pudessem ser desenvolvidos em pequenos grupos na própria sala de aula e articulados à dinâmica dos 3MP. Conforme dissemos anteriormente, esta opção implica em uma perspectiva investigativa de experimentação que visa superar a simples manipulação de materiais ou a exemplificação de conceitos, e possibilitar a discussão dos experimentos associados a sua problematização.

Buscamos por meio da associação dos momentos pedagógicos com a observação, leitura, escrita e com o diálogo durante as aulas práticas, oportunizar a construção do conhecimento científico e, concomitantemente, desenvolver uma postura questionadora e crítica do aluno em relação aos assuntos abordados.

Sobre esses aspectos, a análise das produções textuais dos estudantes apresentou uma série de relatos sobre suas impressões dos experimentos realizados em sala. A seguir apresentamos alguns desses relatos:

Antes dessa experiência, havia uma outra pequena experiência na qual devíamos representar em desenho o espalhamento de moléculas de gás pelo resto da sala. Chegamos à conclusão de que aprender com uma prática é muito mais proveitoso para a aula (D026).

Eu achei legal essa aula, porque gosto de coisas que envolvem experiências, pois é uma coisa que nós nunca iríamos parar para raciocinar sobre essas coisas. Quando fazemos esse tipo de aula aprendemos e descobrimos coisas novas. Dá vontade de querer fazer mais experimentos para que possamos descobrir mais coisas que jamais descobriríamos. Só fazendo essas aulas mesmo, muito legal a do balão da manta aquecida. Gostei (D031).

Essa aula de química foi muito legal, pois fizemos várias experiências. [...] aprendemos também os cálculos das experiências e foi super legal. Eu entendi a matéria, finalmente a química está ficando legal, pois não estamos fazendo só de conta (D034).

Já no segundo experimento, o 'pozinho' se dissolveu mais rapidamente por causa da superfície de contato. Quanto maior, maior a área que haverá choque e quando menor o pedaço mais rápido o cozimento acontece. Portanto, foi mais uma aula interessante, divertida e proveitosa. Deu para aprender mais um pouco sobre como a temperatura influencia nas reações químicas (D167).

Esses experimentos tornam a aula bem mais legal, todos participam e não existe o certo e o errado, pois está todo mundo aprendendo (D181).

Eu gostaria que as aulas continuassem assim: nós aprendendo com fazer experiências e anotando as diferenças. Isso torna bem mais interessante para os alunos (QF11).

Quando os alunos relatam que chegaram à conclusão de que “aprender com uma prática é muito mais proveitoso para a aula” (D026) e que “dá vontade de querer fazer mais experimentos para que possamos descobrir mais coisas que jamais descobriríamos” (D031), ressalta-se o aspecto motivador das atividades experimentais e seu potencial para aguçar a curiosidade dos alunos em relação ao conhecimento científico.

Segundo Giordan (1999), tanto professores quanto alunos costumam atribuir às práticas experimentais um caráter motivador e, sob essa perspectiva, a motivação é uma contribuição importante na tentativa de envolver os alunos em atividades que lhes estimulem a querer compreender os conteúdos da disciplina. Porém, esse aspecto é questionado por alguns pesquisadores (HODSON, 1994; GONÇALVES; MARQUES, 2006) que argumentam que o simples desenvolvimento de atividades experimentais não facilita obrigatoriamente a aprendizagem. Segundo Hodson (1994), eventualmente pode até dificultar a apropriação de determinados conceitos, visto que os experimentos não são encarados da mesma forma por todos os alunos, e que seu entusiasmo com as atividades práticas diminui com o passar dos anos, principalmente em abordagens essencialmente demonstrativas.

Por entender que a relação entre motivação e aprendizagem se constituem em um contexto mais amplo que o da experimentação, concomitantemente à realização das práticas, utilizamos outras estratégias para manter a atenção dos alunos sobre as atividades propostas, tais como a solicitação de registros escritos dos fenômenos observados, questionamentos realizados antes, durante e ao término dos experimentos (associados aos 3MP) e, sempre que possível, estimulamos os alunos a participarem das várias etapas de cada atividade. Estes aspectos também são destacados pelos estudantes ao relatarem que os experimentos tornaram as aulas mais interessantes porque “todos participam e não existe o certo e o errado, pois está todo mundo aprendendo” (D181).

Desse modo, acreditamos que as impressões positivas apresentadas nos fragmentos das produções textuais dos alunos se devem principalmente à articulação das práticas propostas com as etapas dos momentos pedagógicos e com a discussão conceitual. Essa articulação oportuniza analisar, dialogar e propor hipóteses para a

solução de problemas ou a pensar e fornecer explicações para os fenômenos observados nos experimentos. Como destacam Galiazzi e Gonçalves (2004), ao estimular os alunos a tomar decisões e expressar suas ideias para outras pessoas, ainda que não sejam coerentes e o professor precise corrigi-las, os estudantes desenvolvem habilidades necessárias para enfrentar novas situações nas quais necessitem tomar iniciativas, dentro ou fora da escola.

Assim, evidencia-se o fato de que quando os experimentos são associados à sua problematização em uma perspectiva dialógica (GALIAZZI, 2003), eles contribuem para despertar o interesse dos estudantes em relação à ciência e para a formação de uma visão mais realista da atividade científica – evitando ficar “só fazendo de conta” (D034) –, além de estimulá-los a tomar atitudes diante dos problemas enfrentados em suas vidas.

4.4.3 A Escrita e o Aprendizado no Ensino de Química

Conforme destacamos anteriormente, no decorrer das aulas que compuseram o desenvolvimento da proposta didática cada um dos estudantes ficou responsável por produzir um texto narrativo sobre essas aulas (denominado diário de bordo), no qual deveria registrar o máximo de informações possíveis sobre as mesmas (estratégias didáticas, interferências externas e internas, horários, conteúdos ministrados, eventuais dúvidas, impressões suas e de seus colegas, etc.). Sempre na aula subsequente, o estudante entregava ao professor seu relato da aula anterior.

Desta prática resultaram 254 diários de bordo produzidos pelos alunos ao final da intervenção. Além de representarem uma fonte de dados para a pesquisa, esses diários desempenharam um importante papel como instrumentos facilitadores do aprendizado nas aulas de Química ao estimularem a escrita, a memória, a reflexão e ao propiciarem aos estudantes meios para expressar suas próprias ideias.

Segundo Oliveira e Carvalho (2005), a discussão de ideias e a redação de textos nas aulas de ciências podem se revelar como uma importante ferramenta para a apreensão de conceitos, dado o potencial singular da escrita para organizar e refinar ideias sobre um tema específico.

Procuramos durante a análise das respostas dos estudantes aos questionários aplicados ao término da proposta didática, identificar suas impressões sobre o ato de redigir seus diários de bordo ao final de cada aula. Sobre estes aspectos, destacamos alguns relatos:

Foi uma ideia muito boa e, pelo que parece com bons resultados, já que ao escrever o que aconteceu na aula e o que foi estudado, o aluno estudava indiretamente o assunto e tinha uma opinião concreta do que foi estudado, conseguindo guardar melhor o assunto e a matéria estudada. Além disso, o professor também podia avaliar como suas aulas estavam e como os alunos aprendiam, usando isso para melhorar seu método de ensino (QA02).

Na minha opinião isso nos ajudou muito, pois tínhamos além das aulas algo para ser lembrado e escrito em casa. Isso ajudou porque além de termos que prestar atenção nas aulas para podermos escrevê-las depois, também participávamos das atividades em sala para podermos relatá-las (QA05).

É o melhor jeito de se avaliar, pois não tem como fazê-lo sem prestar atenção. Assim nos força a interagir e saber cada vez mais. O relatório serve para que fortaleçamos nossa memória a partir do conhecimento, fixando-o em nossa mente. Sem decorar, apenas aprender (QA17).

Nos fragmentos apresentados os estudantes destacam a importância da redação como mecanismo para retomada dos assuntos abordados em sala, pois “ao escrever o que aconteceu na aula e o que foi estudado, o aluno estudava indiretamente o assunto” e conseguia “guardar melhor o assunto e a matéria estudada” (QA02), “sem decorar, apenas aprender” (QA17). Também argumentam que a responsabilidade de escrever sobre as aulas implicou em maior participação e atenção, visto que “além de termos que prestar atenção nas aulas para podermos escrevê-las depois, também participávamos das atividades em sala para podermos relatá-las” (QA05). Esses relatos apontam que os estudantes atribuíram especial importância para o ato de escrever como elemento de motivação para sua participação nas aulas, revisão, solidificação e sistematização dos conceitos aprendidos.

Além dos pontos destacados, achamos significativo o fato de que durante a análise das produções textuais dos estudantes não encontramos nenhuma opinião negativa em relação à redação dos diários de bordo. Ao contrário, constatamos que os alunos elogiaram a estratégia – “foi uma ideia muito boa” e “nos ajudou muito” (QA02) – e, em momento algum apresentaram resistência ou relataram dificuldades para redigir suas impressões sobre as aulas.

Segundo Oliveira e Carvalho (2005), os estudantes valorizam as atividades escritas nas aulas de ciências por representarem um momento em que eles têm a possibilidade de expressar suas compreensões de forma individual acerca das atividades desenvolvidas. No entanto, as autoras também apontam para a importância da construção de olhares mais atentos por parte de professores sobre os materiais escritos produzidos pelos estudantes em situações de ensino. Esse olhar cuidadoso permite ao professor perceber o nível de entendimento do aluno sobre as atividades,

suas eventuais dificuldades e, caso seja necessário, utilizar outras abordagens ou estratégias de ensino diferenciadas.

Esse fato também pode ser observado no primeiro relato destacado, quando o aluno argumenta que através da leitura dos textos dos estudantes “o professor também podia avaliar como suas aulas estavam e como os alunos aprendiam, usando isso para melhorar seu método de ensino” (QA02). Percebe-se que o aluno demonstrou consciência da importância de seus relatos, não apenas em função da melhoria de seu aprendizado individual, mas como um instrumento útil para reflexão e aperfeiçoamento de todo o processo pelo professor.

Em outros fragmentos os estudantes destacam que a produção dos diários de bordo também auxiliou no desenvolvimento de sua capacidade de escrita e se revelou útil para além das aulas de Química. Segundo estes relatos:

Ficou muito melhor porque por causa desses diários fica mais fácil, não precisa ficar fazendo trabalhos ou fazendo textos. As contas ainda continuaram, mas ficaram muito mais ‘divertidas’ porque cada um pode dizer o que achou da aula e o que aprendeu. Ajuda também para quem não sabe muito fazer textos porque aí começamos a ter mais interesse em escrever (QA03).

Os diários ajudaram na fixação (nem que seja parcial) de alguma parte do conteúdo, o que impede a necessidade de termos de estudar sempre e sempre o mesmo assunto. Além disso, com o desenvolvimento progressivo da escrita sobre ciência, ajuda na expansão de eloquência para quem quer fazer um curso na área acadêmica científica. O diário faz parte do desenvolvimento da unidade didática. Ver, ouvir e escrever (principalmente) mantém o conteúdo fresco na cabeça. A ciência é melhor compreendida com a linguagem ao invés dos números (QA13).

Enquanto um dos estudantes destaca que “o desenvolvimento progressivo da escrita sobre ciência, ajuda na expansão de eloquência para quem quer fazer um curso na área acadêmica científica” (QA13), outro estudante amplia a importância do hábito da escrita para sua formação, e esclarece que a produção dos diários de bordo “ajuda também para quem não sabe muito fazer textos porque aí começamos a ter mais interesse em escrever” (QA03).

Ao mesmo tempo em que concordamos com o argumento de que a ciência pode ser “compreendida com a linguagem ao invés dos números” (QA13), acreditamos que escrever também auxilia o estudante a construir argumentos, a realizar leituras menos ingênuas e a posicionar-se criticamente através de suas próprias palavras. Segundo Giraldo (2010), em um mundo permeado por inúmeras práticas sociais de escrita e leitura, torna-se fundamental conduzir atividades que propiciem o desenvolvimento dessas capacidades.

Desse modo, da mesma forma como defendemos a necessidade de abordagens que considerem as múltiplas dimensões da ciência e da tecnologia e suas relações e inter-relações com o contexto social, também acreditamos que os sentidos atribuídos às compreensões sobre as influências da ciência e tecnologia na sociedade atual são produzidos por discursos subjetivos com as mais variadas intensões. Esses discursos eventualmente precisam ser traduzidos, normalmente precisam ser interpretados e, às vezes, necessitam ser reescritos.

Tais preocupações justificam a necessidade de propiciar espaços para que estudantes sejam levados a trabalhar formas de leitura e de escrita que ampliem suas possibilidades de reflexão (GIRALDI, 2010), e também salientam a importância de um Ensino de Ciências preocupado com a formação de indivíduos mais críticos em relação à crescente influência da ciência e da tecnologia em nossas vidas na atualidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em consideração as informações obtidas no decorrer de nossa pesquisa, é possível tecer algumas considerações em relação aos limites e potencialidades para as abordagens com Enfoque CTS no Ensino Médio.

A análise da literatura indica que essas abordagens representam um caminho viável para possibilitar uma formação capaz de oportunizar a inserção social das pessoas no sentido de se tornarem aptas a participar dos processos de tomadas de decisões em assuntos que envolvam ciência e tecnologia (CASSIANI; LISINGEN, 2009). Apesar das publicações de relevantes trabalhos sobre abordagens com Enfoque CTS no Ensino de Química nos últimos anos, verifica-se que, no âmbito do contexto escolar, ainda há muito que se estruturar. Entretanto, acreditamos que são as considerações sobre práticas desenvolvidas em sala de aula que permitem avaliar a abrangência de suas contribuições e, ao mesmo tempo, explicitar suas limitações.

Tendo estes aspectos em mente, pretendemos, a partir de uma experiência empírica, refletir sobre a implementação de abordagens com Enfoque CTS. Para tanto, é importante retomarmos o caminho que percorremos.

Inicialmente buscamos subsídios no referencial teórico das pesquisas do Ensino de Química para apresentar um primeiro olhar sobre a disciplina, enfatizando a problemática envolvida em abordagens com ênfase na transmissão/reprodução de conceitos estanques e desconexos da realidade social dos alunos. A partir desta constatação, focamos nossa investigação nos documentos oficiais nacionais e estaduais, bem como em trabalhos de pesquisadores do Ensino de Ciências para subsidiar a implementação de propostas que desenvolvessem a compreensão de conceitos químicos e possibilitassem ampliar seu entendimento para atender às necessidades sociais de um ensino voltado para a construção da cidadania.

Neste sentido, constatamos que a literatura indica que em uma sociedade caracterizada pela forte presença da ciência e da tecnologia, o desafio que se apresenta é o de promover práticas educativas voltadas para alfabetização científica e tecnológica dos estudantes. Práticas que extrapolem um ensino de conhecimentos focado somente na compreensão de conceitos e propiciem meios para que os educandos realizem uma leitura crítica do mundo contemporâneo (MILARÉ; RICHETTI; PINHO ALVES, 2009).

Em um segundo momento, delimitamos nossa discussão em torno das bases teóricas que fundamentam o processo de ACT. Essa discussão envolveu realizar um aprofundamento de referenciais teóricos, para, com isso, relacionar as múltiplas dimensões desse processo com as diferentes propostas de ensino pautadas nos estudos CTS. Assim, ao correlacionar os objetivos educacionais do Enfoque CTS com uma série de parâmetros de ACT foi possível – amparados no diálogo entre estes referenciais – estabelecer os princípios norteadores de nossa proposta didática. Por meio desta proposta, organizada a partir da temática da Qualidade do Ar Interior, buscamos enfatizar o potencial do tema como elemento de articulação dos conteúdos específicos da Química relacionados ao Estudo dos Gases e à Cinética Química com as relações, inter-relações e imbricamentos da ciência, da tecnologia e da sociedade.

O processo brevemente descrito acima foi realizado de modo a atingir a meta central deste trabalho: analisar os limites e potencialidades para o desenvolvimento de uma abordagem com Enfoque CTS com vistas à promoção de ACT no Ensino de Química na Educação Básica. Após percorrer o caminho acima, nos apropriamos de elementos que nos permitiram refletir sobre o processo como um todo.

Nesse sentido, o primeiro aspecto a destacar é sobre *a necessidade de definir claramente os pressupostos educacionais que norteiam o desenvolvimento de uma proposta de ensino com Enfoque CTS*.

A multiplicidade de experiências que vêm sendo denominadas CTS e as diferentes concepções educacionais identificadas sob esta designação permitem uma infinidade de direcionamentos com as mais diferentes ênfases. Se por um lado essa conjuntura favorece a produção de propostas diversificadas e dá ao enfoque certa evidência, por outro lado, a ausência de diretrizes claras também permite uma infinidade de interpretações. Essas interpretações eventualmente produzem iniciativas que acabam apresentando em comum com as abordagens CTS apenas a sua designação (STRIEDER, 2012).

Como destaca Bocheco (2011), um dos problemas encontrados na análise dessas propostas é que sua organização didático-pedagógica normalmente concentra-se sobre o puro desenvolvimento de conceitos científicos ou, ao contrário, em debates de controvérsias sociais ligadas à ciência. O autor ressalta que qualquer uma das opções evidencia o desequilíbrio entre os componentes da sigla e acaba omitindo a importância de se discutir o contexto tecnológico, essencial quando se propõe a abordar os pontos de vista, influências e transformações que o conceito de tecnologia vem sofrendo ao longo dos anos. Embora reconheçamos a relevância de alguns desses recortes, entendemos que os mesmos não são suficientes para cumprir com os objetivos educacionais das abordagens com Enfoque CTS.

Com a intenção de buscar um enquadramento mais abrangente, assumimos como diretriz primária a utilização de uma série de parâmetros de alfabetização científica e de alfabetização tecnológica para nortear a construção e desenvolvimento de nossa inserção didático-pedagógica. Buscamos, assim, ao discutir questões relacionadas ao desenvolvimento científico-tecnológico e suas implicações sociais, propiciar aos educandos reflexões sobre a ciência, a tecnologia e a sociedade, bem como caracterizar a importância dessas reflexões para sua formação.

Consideramos que esta opção foi essencial para cumprir com as metas propostas para nossa investigação. Independentemente do referencial teórico que as balize (muito embora reiteramos a necessidade de diretrizes) qualquer proposta didática com Enfoque CTS precisa necessariamente contemplar os sentidos e significados atribuídos a cada um e ao conjunto dos elementos que compõem a tríade CTS.

Em linhas gerais, percebemos através da análise das produções textuais dos estudantes que o estudo dos conteúdos de Química articulados à temática da QAI por meio de uma abordagem com Enfoque CTS cumpriu grande parte dos objetivos elencados pelos parâmetros de ACT. Apesar do contexto de intervenção ser apenas de 14 aulas, a análise dos dados constituídos indica uma perturbação em algumas de suas concepções sobre a natureza da ciência, da tecnologia e sobre seu papel na conjuntura social que se apresenta. Em especial, são significativos os indícios de ACT relacionados com a percepção dos conceitos científicos no cotidiano, com o caráter humanístico da atividade científica e, com a consciência da intrínseca ligação da tecnologia com a sociedade, sua historicidade e suas relações com a cultura.

A partir destas constatações, achamos relevante apontar um segundo aspecto que consideramos decisivo em relação ao desenvolvimento de inserções CTS: *a importância da seleção de uma temática adequada.*

A literatura aponta basicamente duas maneiras para se definir um tema propício para uma abordagem com Enfoque CTS. Uma delas defende que a escolha deve partir do professor, enquanto outra alega que a seleção do tema deve vir dos anseios e desejos dos próprios alunos. Entretanto, Santos e Mortimer (2002) argumentam que, a despeito da fonte, as propostas com abordagem CTS devem ser estruturadas sempre de temas socialmente relevantes e que façam parte da vida dos estudantes. Por outro lado, como destaca Strieder (2008), esses temas também devem propiciar abertura à discussão de questões sociais, econômicas, políticas e éticas sobre o desenvolvimento científico-tecnológico. O professor deve atentar para a necessidade de selecionar um tema que seja significativo para os estudantes (que lhes pareça importante de ser discutido) e que, ao mesmo tempo, apresente o

potencial para envolver as reflexões necessárias para a compreensão do papel que a ciência e a tecnologia representam na sociedade atual.

Desse modo, acreditamos que a QAI é uma temática bastante pertinente do que se espera de um tema capaz de potencializar as discussões CTS, por se tratar de um assunto presente no meio sociocultural dos estudantes e se caracterizar como uma entidade híbrida que demanda conhecimentos imbrincados de ciência, tecnologia e sociedade.

Para conhecê-la, buscamos suporte na literatura estrangeira, pois a despeito de sua abrangência e relevância social, são poucas as referências na literatura nacional. Durante esse processo, constatamos que a QAI é um assunto que envolve diretamente todas as pessoas, uma vez que os hábitos da sociedade estão estreitamente ligados aos ambientes interiores. Atualmente, a maioria das pessoas passa boa parte de suas vidas em ambientes fechados, tais como: escolas, residências, edifícios públicos e comerciais, trabalho, transporte, e até mesmo em locais de lazer, justificando-se a preocupação com a qualidade do ar desses ambientes (VERDELHOS, 2011). Esses aspectos foram de fundamental importância para a introdução de elementos problematizadores relacionados à temática. Elementos que se revelaram decisivos para que os alunos se sentissem motivados a participar das discussões em sala.

Durante as aulas foi possível perceber uma mudança de postura dos estudantes em relação aos assuntos abordados, como se houvesse mudado a disciplina e o professor. Não se tratava mais de Química, mas de outra matéria que de alguma forma auxiliava os alunos a encontrar respostas para questões que lhes apresentavam sentido e que precisavam ser respondidas. Os conteúdos da disciplina foram trabalhados concomitantemente com as discussões relacionadas à temática e assim como estas, desenvolveram-se naturalmente.

Este aspecto foi destacado pelos estudantes em suas produções textuais, quando um deles relata que “não se pareciam com aulas de Ensino Médio”. Ao reconhecer a importância da QAI para além da sala de aula, os alunos também atribuíram valor para as outras atividades desenvolvidas, estando elas relacionadas diretamente com a temática ou não.

Nesse sentido, convém salientar o terceiro aspecto relevante sobre as abordagens com Enfoque CTS: *a necessidade da utilização de estratégias de ensino diferenciadas*.

Quando o estudante relata que as aulas não se pareciam com aquelas com as quais estava habituado, creditamos essa impressão à importância atribuída às

discussões relacionadas com a QAI, bem como também às diferentes estratégias utilizadas para o desenvolvimento das aulas.

Apesar da literatura indicar que o ensino com Enfoque CTS não apresenta métodos ou técnicas de ensino considerados exclusivos, Koepsel (2003) argumenta que há uma concordância sobre a importância da utilização de estratégias que favoreçam abordagens interativas, como por exemplo, os trabalhos em grupo, a aprendizagem cooperativa, as discussões centradas nos estudantes, as simulações, o debate e as controvérsias. Estratégias que envolvam diretamente os estudantes, que favoreçam sua participação.

Tendo em vista estas inferências, optamos pela dinâmica dos 3MP (DELIZOICOV, 1982; 1983; 1991; DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002) para o desenvolvimento das aulas e pelos diários de bordo como instrumento para sistematização dos assuntos estudados. Estas escolhas oportunizaram aos estudantes participar diretamente da condução das aulas e, mesmo após as aulas durante a redação de seus diários, de apresentar suas impressões das atividades e discussões realizadas.

Acreditamos que a valorização da fala do aluno favorece seu aprendizado e também os auxilia a adquirir segurança para expressar-se fora de sala de aula, em outros ambientes sociais.

Defendemos que para a melhoria do processo ensino e aprendizagem (fortemente influenciado pela interação entre os sujeitos envolvidos), precisamos romper com as práticas de simples transmissão-recepção-memorização do conhecimento e atentar que professor e aluno desenvolvem conjuntamente as aulas. Ao optar pela utilização de estratégias que possibilitam o diálogo em sala, buscamos superar a passividade que os estudantes normalmente apresentam em uma abordagem tradicional e com isso, além de discutir os conceitos de uma forma diferenciada, fazer dos alunos participantes ativos de todo o processo.

A valorização do diálogo e do debate em sala é fundamental para o sucesso de abordagens CTS, pois a compreensão das relações da ciência e da tecnologia com o contexto social envolve necessariamente a consciência da importância da participação de cada um nesse processo.

Por fim, além dos aspectos destacados o desenvolvimento desta pesquisa nos trouxe outros questionamentos. Estes questionamentos se relacionam especificamente aos desafios que se estabelecem aos professores para a inserção de discussões e reflexões em sala de aula que sejam capazes de contemplar as especificidades dos conteúdos disciplinares, as interações CTS e a realidade escolar vivenciada. Para o professor, optar ou não por desenvolver abordagens com Enfoque

CTS envolve, dentre outros fatores, uma formação que seja capaz de articular estes elementos.

A formação inicial se configura em um obstáculo difícil de ser superado e que por isso, não pode ser ignorado. Desse modo, não podemos deixar de salientar que para a implementação de propostas educacionais que contemplem metodologias diferentes das tradicionais aulas expositivas, é necessário, antes de tudo, oportunizar condições para implementá-las. Os professores precisam de tempo para planejar suas aulas, de condições para desenvolvê-las e principalmente, de programas de formação continuada que possibilitem novas perspectivas em relação ao papel desempenhado pelos saberes escolares.

Acreditamos que a análise de cada um desses aspectos e as reflexões aqui apresentadas podem contribuir para a construção e desenvolvimento de abordagens com Enfoque CTS. Temos consciência de que existem outras perspectivas a serem investigadas e destacamos que longe de procurarmos dar respostas definitivas às questões que levantamos à discussão, pretendemos com este trabalho indicar caminhos para se pensar em práticas educacionais voltadas para a formação da cidadania na sociedade atual.

REFERÊNCIAS

ABREU, T. B.; FERNANDES, J. P.; MARTINS, I. Levantamento sobre a produção CTS no Brasil no período de 1980-2008. **Alexandria**, v.6, n.2, p. 3-32, junho 2013.

ABREU, L. N.; FERREIRA, J. Q.; S. L. QUEIROZ. Textos de divulgação científica no ensino de ciências. In: MARTINES, E.A.L. M.; W.E. FRANCISCO JÚNIOR (Org.), **Professores de ciências: um encontro de águas**. São Carlos: Pedro e João Editores, p. 79-89, 2009.

AIKENHEAD, G. S. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. S. **STS education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, p.47-59. 1994.

_____. STL and STS: common ground or divergent scenarios? In: JENKINS, Edgar (Ed.). **Innovations in science and technology education**, v. VI. Paris: UNESCO Publishing, p. 77-93, 1997.

_____. STS education: A Rose by any other name. In: CROSS, R. (Ed): **A vision for science education: responding to the work of Peter J. Fensham**, p. 59-75. New York: Routledge Falmer, 2003.

ALVES, R. **Filosofia da ciência: introdução ao jogo e as suas regras**. 14ª edição. São Paulo: Loyola, 2009.

AMORIM, A. C. O. **Ensino de biologia e as relações entre Ciência/Tecnologia/Sociedade: o que dizem os professores e o currículo do Ensino Médio?** Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

ANDRÉ, M. E. D. A. **Etnografia da prática escolar**. Campinas: Papyrus, 1998.

ANGOTTI, J. P. **Solução alternativa para a formação de professores de Ciências – um projeto educacional desenvolvido na Guiné Bissau**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.

ARAIA, E. Edifícios doentes, eles podem ser letais. **Revista Planeta**. São Paulo, n. 425, fev. 2008. Seção Saúde. Disponível em: <<http://revistaplaneta.terra.com.br/secao/saude/edificios-doentes-eles-podem-ser-letais>>. Acesso em: 10/01/2014.

ARROIO, A.; GIORDAN, M. O vídeo educativo: aspectos da organização do ensino. **Química Nova na Escola**, v. 24, n. 1, p. 8-11, 2006.

ASHMORE, M.R.; DIMITROULOPOULOU, C. Personal exposure of children to air pollution. **Atmospheric Environment**. v. 43, p. 128-141, 2009.

AULER, D. **Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

_____. Alfabetização científico-tecnológica: um novo paradigma? **Ensaio**, v. 5, n. 1, p 1-16, 2003.

_____. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**. v.1, n. especial, 2007.

_____. Novos caminhos para a educação CTS: ampliando a participação. In: SANTOS, W.; AULER, D. (org.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio**, v. 3, n. 1, p. 1-13, 2001.

AULER, D.; FENALTI, V. S.; DALMOLIN, A. M. T. Abordagem temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS. **Alexandria**, v.2, n.1, p.67-84, mar. 2009.

BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica**. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

BAZZO, W. A. *et al.* **Introdução aos estudos CTS**. Cadernos de Ibero-América, ed. OEI, n.1, 172p., 2003.

BENITE, A. M.C.; BENITE, C. R. M. O laboratório didático no ensino de química: uma experiência no ensino público brasileiro. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 2, n. 48, p.1-10, 2009.

BLUYSSSEN, P. Towards an integrative approach of improving indoor air quality. **Building and Environment**. v. 44, n. 9, p. 1980-1989, 2009.

BOCHECO, O. **Parâmetros para a abordagem de evento no enfoque CTS**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

BORREGO, C. *et al.* How bias-correction can improve air quality forecast over Portugal. **Atmospheric Environment**, n. 45, p. 6629-6641, 2011.

BRASIL. LDB. Lei 9394, de 23 de dezembro de 1996. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1996.

_____. Ministério da Saúde. Portaria nº 3.523 de 28 de agosto de 1998. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 31 ago.1998. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br>>. Acesso em 16 jan. 2009.

_____. Ministério da Educação e Desporto. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC, 1998.

_____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Fundamental (SEF). **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

_____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (SEMTEC). **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.

_____. Ministério da Saúde. Resolução nº176 de 24 de outubro de 2000. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 29 out. 2000. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br>>. Acesso em 16 jan. 2009.

_____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (SEMTEC). **PCN + Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.** Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

_____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Básica (SEB). **Orientações curriculares nacionais para o Ensino Médio.** Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEB, 2006.

BRICKUS, L. S. R.; NETO, F. R. A. A qualidade do ar de interiores e a Química. **Química Nova**, v. 22, p. 65–74, 1999.

BRITO, D. L.; SOUZA M. L.; FREITAS, D. Formação inicial de professores de ciências e biologia: a visão da natureza do conhecimento científico e a relação CTS. **Interações**, n. 9, p. 129-148, 2008.

BYBEE, R. W. Achieving scientific literacy. **The science teacher**, v. 62, n. 7, p. 28-33, Arlington: United States, oct. 1995.

CARVALHO, A. M. P. Habilidades de professores para promover a enculturação científica. **Contexto & Educação**, ano 22, n. 77, p. 25-49, jan./jun. 2007.

CASSIANI, S.; LINSINGEN, I. Formação inicial de professores de Ciências: perspectiva discursiva na educação CTS. **Educar em Revista**, v. 34, p. 127-147, 2009.

CASTELFRANCHI, J. **As serpentes e o bastão: tecnociência, neoliberalismo e inexorabilidade.** Tese (Doutorado em Sociologia). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

CEREZO, J. A. L. Ciência, tecnologia e sociedade: o estado da arte na Europa e nos Estados Unidos. **Revista Iberoamericana de Educación: ciência, tecnologia e sociedad ante la educacion**, n. 18, p. 41-68, sept./dic. 1998.

_____. Ciência, Tecnologia e Sociedade: o estado da arte na Europa e nos Estados Unidos. In: SANTOS, L. W. (Org.). **Ciência, tecnologia e sociedade: o desafio da interação.** Londrina: IAPAR, p. 3-38, 2002.

CEREZO, J. A. L.; LUJÁN, J. L.; GORDILLO, M. M. **Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade).** Madrid: OEI, 2003.

CHASSOT, A. I. **A educação no ensino da Química.** Ijuí: Ed. Unijuí, 1990.

_____. **Catalisando transformações na educação.** Ijuí: Ed. Unijuí, 1993.

_____. **Para que(m) é útil o ensino?** Alternativas para um ensino (de Química) mais crítico. Canoas: Ed. Da ULBRA, 1995.

_____. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação.** Jan/Fev/Mar/Abr. n. 22, p. 89-100. 2003.

_____. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação.** 5.ed. Ijuí: Unijuí, 2010.

COELHO, J. C. **A chuva ácida na perspectiva de tema social**: um estudo com professores de Química de Criciúma (SC). Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005

CRUZ, S. M. S.; ZYLBERSTAJN, A. O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos. In: PIETROCOLA, M. (org.). **Ensino de física**: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

CUPANI, A. Filosofia da tecnologia. **Revista Filosofia Ciência & Vida**, São Paulo, ed. 63, set. 2011. Disponível em: <<http://filosofiacienciaevida.uol.com.br/ESFI/Edicoes/63/artigo239056-1.asp>>. Acesso em 11/01/2014.

DAGNINO, R. As trajetórias dos estudos sobre ciência, tecnologia e sociedade e da política científica e tecnológica na Ibero-América. **Alexandria**, v. 1, n. 2, p. 3-36, 2008.

DELIZOICOV, D. **Concepção problematizadora para o ensino de ciências na educação formal**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.

_____. Ensino de Física e a concepção freiriana de educação. **Revista de Ensino de Física**, v. 5, n. 2, p. 85-98, 1983.

_____. **Conhecimento, tensões e transições**. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1991.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências**: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002.

DREWS, F. **Abordagem de temáticas ambientais no ensino de química**: um olhar sobre textos destinados ao professor da escola básica. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

DRIVER, R. *et al.* Construindo conhecimento científico na sala de aula. Tradução de: MORTIMER, E. **Química Nova na Escola**, n. 9, p. 31-40, 1999.

EPA - United States Environmental Protection Agency. **Indoor air facts No. 4 (revised) sick building syndrome**. 1991 Disponível em: <http://www.epa.gov/iaq/pdfs/sick_building_factsheet.pdf>. Acesso em: 12/12/2013.

_____. **IAQ tools for schools**: indoor air quality and student performance. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 2013.

EVANS, J. Monóxido de carbono: mais do que um gás letal. Tradução de: ROCHA-FILHO, R.C. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 9, mai. 1999. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc09/actual.pdf>>. Acesso em 10/01/2014.

FABRI, F. **O ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental sob a ótica CTS**: uma proposta de trabalho diante dos artefatos tecnológicos que norteiam o cotidiano dos alunos. Dissertação de Mestrado (Mestrado Profissional em Ensino de Ciência e Tecnologia). Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Ponta Grossa, 2011.

FEENBERG, A. **Questioning technology**. London and New York: Routledge, 1999.

_____. **Transforming technology**. A critical theory revisited. Oxford: Oxford University Press, 2002.

_____. **Heidegger and Marcuse: the catastrophe and redemption of history**. London and New York: Routledge, 2005.

FERRARI, P.C. **Temas contemporâneos na formação docente a distância** - uma introdução à teoria do caos. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

FIRME, R.N.; AMARAL, E.M.R. Concepções de professores de química sobre ciência, tecnologia, sociedade e suas inter-relações: um estudo preliminar para o desenvolvimento de abordagens CTS em sala de aula. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 2, p. 251-269, 2008.

FLÔR, C. C.; CASSIANI, S. Qual química ensinar? Reflexões a respeito da educação química. Algumas de suas configurações no ensino médio. In: **XVI Encontro Nacional de Ensino de Química e X Encontro de Educação Química da Bahia**. Salvador, 2012.

FORGIARINI, M. S. **A abordagem de temas polêmicos no currículo da EJA: o caso do "Florestamento" no RS**. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

FOUREZ, G. **A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências**. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995.

FOUREZ *et al.* **Alfabetización científica y tecnológica**. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Tradução: Elsa Gómez de Sarria. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997.

FRANCISCO JUNIOR, W. E.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, R. Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciências. **Química Nova na Escola**, nº 30, p.34-41, nov. 2008.

FREIRE, P. **Extensão e comunicação?** Tradução de Rosisca Darcy de Oliveira - Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1977.

_____. **Educação como prática da liberdade**. 10ª. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1980.

_____. **Pedagogia do oprimido**. 17ª. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

_____. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 33ª. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2006.

GALIAZZI, M. C. *et al.* Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, p.249-263, 2001.

_____. **Educar pela pesquisa: ambiente de formação de professores de ciências**. Ijuí: Editora Unijuí, 2003.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em Química. **Química Nova**, v.27, n.2, p.326-331, 2004.

GARCIA, M. I. G., CEREZO, J.A.L., LUJÁN, J.L. **Ciência, tecnologia y sociedad**: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología. Madrid: Tecnos, 1996.

GIL-PÉREZ, D. *et al.* Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p.125-153, 2001.

GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. Una alfabetización científica para el siglo XXI. Obstáculos y propuestas de actuación. **Investigación en la Escuela**, Sevilla, v. 4, n. 3, p. 27-37, 2001.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 43-49, 1999.

GIORDAN, M.; KOSMINSKY, L. Visões de ciências e sobre cientista entre estudantes do ensino médio. **Química Nova na Escola**, n. 15, p. 11-18, 2002.

GIRALDI, P. M. **Leitura e escrita no ensino de ciências**: espaços para produção de autoria. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.11, n.2, p.219-238, 2006.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**. v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

HERBERGER, S. *et al.* Detection of human effluents by a MOS gas sensor in correlation to VOC quantification by GC/MS. **Building and Environment**, p. 2430-2439, 2010.

HERRERA, A. O. Los determinantes sociales de la política científica en América Latina: política científica explícita y política científica implícita. **Redes**, v. 2, n. 5, p. 117-131, 1995.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.

HUNSCHE, S.; DELIZOICOV, D. A abordagem temática na perspectiva da articulação Freire-CTS: um olhar para a instauração e disseminação da proposta. In: **VII Encontro Nacional de Pesquisa no Ensino de Ciências**. Campinas, 2011.

JENKINS, E. W. Comprensión pública de la ciencia y enseñanza de la ciencia para la acción. **Revista de Estudios del Currículum**, v. 2, n. 2, p. 7-22, 1999.

JULIO, A. B. **As atitudes de alunos do ensino médio em relação à ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTS-A) no contexto da produção da cana de açúcar e etanol**. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, 2010.

KLEIMAN, A.B. Modelos de letramento e as práticas de alfabetização na escola. In: Kleiman, A.B. (org.), **Os significados do letramento** – uma nova perspectiva sobre a prática social da escrita. Campinas: Mercado das Letras, 1995.

KOEPSEL, R. **CTS no Ensino Médio**: aproximando a escola da sociedade. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EDUSP, 1987.

KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de ciências e cidadania**. São Paulo: Moderna, 2004.

KUENZER, A. Z. (Org). **Ensino médio**: construindo uma proposta para os que vivem do trabalho. 4.ed. São Paulo: Cortez, 2005.

KUHN, T. **The structure of scientific revolutions**. Chicago: Chicago University Press, 2^a ed., 1972.

LABURÚ, C.E. Fundamentos para um experimento cativante. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 3, p. 382-404, 2006.

LATOUR, B. **Science in action**: how to follow scientists and engineers through society. Cambridge: Harvard University Press, 1987.

LAUGKSCH, R. C. Scientific literacy: a conceptual overview. **Science Education**, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000.

LEAL, M. C. **Didática da Química**: fundamentos e práticas para o ensino médio. Belo Horizonte: Dimensão, 2009.

LEE, T. Relationship between indoor and outdoor bio-aerosols collected with a button inhalable aerosol sample in urban homes. **Indoor Air**, Copenhagen, v. 16, p. 37-47, 2006.

LINSINGEN, I. O enfoque CTS e a formação em engenharia: convergências curriculares. **Cobenge**, 2003. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2003/artigos/OUT660.pdf>>. Acesso em 20/06/2013.

_____. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, novembro de 2007.

LORENZETTI, L. **Alfabetização científica no contexto das séries iniciais**. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

_____. **Estilos de pensamento em educação ambiental**: uma análise a partir das dissertações e teses. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio**, v.3, n.1, p. 37-50, março, 2001.

LÜDCKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

LUZ, M.; SABINO, C.; MATTOS, R. S. A ciência como cultura do mundo contemporâneo: a utopia dos saberes das (bio)ciências e a construção midiática do imaginário social. **Sociologias**, ano 15, n. 32, p. 236-254, jan./abr. 2013.

MARCUSCHI, L. A. **Produção textual, análise de gêneros e compreensão**. São Paulo: Parábola Editorial, 2008.

MARTINS, I.; CASSAB, M.; ROCHA, M. Análise do processo de re-elaboração discursiva de um texto de divulgação científica para um texto didático. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.1, n. 3, p. 1-9, set/dez 2001.

MARTORANO, S. A. A. **A transição progressiva dos modelos de ensino sobre cinética química a partir do desenvolvimento histórico do tema**. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

MEZALIRA, S. M. **Enfoque CTS no ensino de ciências naturais a partir de publicações em eventos científicos**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2008.

MILARÉ, T.; RICHETTI, G. P.; PINHO ALVES, J. Alfabetização científica no ensino de Química: uma análise dos temas da seção Química e Sociedade da Revista Química Nova na Escola. **Química Nova na Escola**. v.31, n.3, p.165-171, ago. 2009.

_____. Uma análise dos direcionamentos da abordagem de reações químicas em livros de ciências do ensino fundamental. In: **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis, 2009a.

MIRANDA, E. M. **Tendências das perspectivas Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) nas áreas de educação e ensino de ciências: uma análise a partir de teses e dissertações brasileiras e portuguesas**. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v.9 n.2, p.191-211, 2003.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva**. Ijuí: UNIJUÍ, 2007.

MOREIRA, H.; CALEFFE, L. G. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador**. Rio de Janeiro: DP&A editora, 2006.

MORTIMER, E. F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2000.

MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. **Química** – volume 1. São Paulo: Scipione, 2011.

MUENCHEN, C. **Configurações curriculares mediante o Enfoque CTS: desafios a serem enfrentados na EJA**. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

_____. **A disseminação dos três momentos pedagógicos: um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS**. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

MUENCHEN, C. *et al.* Enfoque CTS: configurações curriculares sensíveis a temas contemporâneos. In: **V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Bauru, 2005.

MUNDIM, J. V.; SANTOS, W. L. P. Ensino de ciências no ensino fundamental por meio de temas sociocientíficos: análise de uma prática pedagógica com vista à superação do ensino disciplinar. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 4, p. 787-802, 2012.

NASCIMENTO, T. G.; LINSINGEN, I. Articulação entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. **Convergência** (Toluca). v.13, p.95-116, 2006.

NIEZER, T. M. **Ensino de soluções químicas por meio da abordagem ciência-tecnologia-sociedade (CTS)**. Dissertação de Mestrado (Mestrado Profissional em Ensino de Ciência e Tecnologia). Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Ponta Grossa, 2012.

NORRIS, S. P.; PHILLIPS, L. M. How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. **Science Education**, v. 87, n. 2, p. 224-240, 2003.

OGIBOSKI, V. **Reflexões sobre a tecnociência: uma análise crítica da sociedade tecnologicamente potencializada**. Dissertação (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Sociedade). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

OLIVEIRA, C. M. A.; CARVALHO, A. M. P. Escrevendo em aulas de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 11, n. 3, p. 347-366, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v11n3/01.pdf>>. Acesso em: 30/10/2014.

OMS. **Programmes and projects**: indoor air pollution. 2008.

_____. **Guidelines for Indoor Air Quality - Dampness and Mould**. 2009. Disponível em: <http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/43325/E92645.pdf>. Acesso em: 22.nov.2013.

_____. **Household air pollution and health**. Fact sheet n°292, 2014. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs292/en/>>. Acesso em: 30/04/2014.

PARANÁ, Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes curriculares da educação básica: Química**. Curitiba, 2008.

PEGAS, P.N. *et al.* Indoor air quality in elementary schools of Lisbon in spring. **Environ Geochem Health**, n. 33, p. 455-468, 2011.

PINHEIRO, N. A. M. **Educação crítico-reflexiva para um ensino médio científico-tecnológico: a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático**. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

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

POSTMAN, N. **Tecnopólio: a rendição da cultura à tecnologia**. São Paulo: Nobel, 1994.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

QUEIROZ, S. L.; FERREIRA, L. N. A.; IMASATO, H. Textos de divulgação científica no ensino superior de química: aplicação em uma disciplina de Química Estrutural. **Educación Química**, v. 23, n. 1, p. 49-54, 2012.

RAMSEY, J. The science education reform movement: implications for social responsibility. **Science Education**, v. 77, n. 2, p. 235-258, 1993.

REZENDE, L.A. História das ciências no ensino de ciências: contribuições dos recursos audiovisuais. **Ciência em Tela**, v. 1, n. 2, p. 1-7, 2008.

RICARDO, E. C. **Competências, interdisciplinaridade e contextualização**: dos parâmetros curriculares nacionais a uma compreensão para o ensino das ciências. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

_____. Educação CTSA: Obstáculos e possibilidades para sua implementação no contexto escolar. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, p. 1-12, 2007.

RICHETTI, G. P. **A automedicação como tema social no ensino de química para o desenvolvimento da alfabetização científica e tecnológica**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

RICHETTI, G. P.; MILARÉ, T.; PINHO ALVES, J. Uma análise dos direcionamentos da abordagem de reações química em livros de ciências do ensino fundamental. In: **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**. Florianópolis, 2009.

ROCHA, M. Textos de divulgação científica na sala de aula: a visão do professor de ciências. **Revista Augustus**, v. 14, n. 29, p. 24-34, 2010.

SANTOS, J. C. **Avaliação da qualidade do ar em jardins-de-infância**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais). Universidade do Porto, Portugal, 2010.

SANTOS, M. E. **A cidadania na “voz” dos manuais escolares**. O que temos? O que queremos? Lisboa: Livros Horizonte, 2001.

SANTOS, M. S.; AMARAL, C. L. C.; MACIEL, M. D. Tema sociocientífico “cachaça” em aulas práticas de química na educação profissional: uma abordagem CTS. **Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 01, p.227-239, 2012.

SANTOS, W. L. P. **O ensino de química para formar o cidadão**: principais características e condições para a sua implantação na escola secundária brasileira. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

_____. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, novembro de 2007a.

_____. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v.12, n.36 – número especial, set/dez, 2007b.

_____. Educação científica humanista em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria**, v.1, n.1, p. 109-131, 2008.

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

_____. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio**, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2002.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. O que significa ensino de química para formar o cidadão? **Química Nova na Escola**, n. 4, p. 28-34, nov. 1996.

_____. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. 3ª ed. Ijuí, RS: Ed. Unijuí, 2003.

SANTOS, W. L. P. *et al.* Química e sociedade: um projeto brasileiro para o ensino de química por meio de temas CTS. **Educació Química**, n. 3, p.20-28, 2009.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (Coord.). **Química cidadã: materiais, substâncias, constituintes, química ambiental e suas implicações sociais**. v. 1, 1ª ed., São Paulo: Nova Geração, 2010.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, n. 3, v.13, p.333-352, 2008.

SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, n.1, p.27-31, 1995.

SEPKA, F. H. **Recepção, transmissão e processamento de dados: aplicação de uma sequência didática no ensino médio de física, estruturada sob a perspectiva CTS**. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Cortez, 1996.

SHEN, B. S. P. Science literacy. In: **American Scientist**, v. 63, p. 265-268, may. -jun. 1975.

SILVA, M. J. **O ensino de CTS através de revistas de divulgação científica**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

SILVA, H. C.; ALMEIDA, M. J. P. M. O deslocamento de aspectos do funcionamento do discurso pedagógico pela leitura de textos de divulgação científica em aulas de física. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 3, p. 155-179, 2005.

SILVEIRA, M. G. **Avaliação da qualidade do ar em um grande aeroporto na cidade do Rio de Janeiro**. Tese (Doutorado em Ciências). Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2001.

SILVEIRA, R. M. C. F. **Inovação tecnológica na visão dos gestores e empreendedores de incubadoras de empresas de base tecnológica do Paraná (IEBT-PR):** desafios e perspectivas para a educação tecnológica. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

SOARES, M. **Letramento:** um tema em três gêneros. Belo Horizonte: Autêntica, 1998.

SOLBES, J.; VILCHES, A. STS interactions and the teaching of physics and chemistry. **Science Education**. v. 81, n. 4, p. 377 – 386, 1997.

SOLOMON, J. **Teaching science, technology and society**. Buckingham: Open University Press, 1993.

_____. Science technology and society courses: tools for thinking about social issues. **International Journal of Science Education**, v. 10, n. 4, p.357-366. 1988.

SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. **STS education:** international perspectives on reform. New York: Teachers College Press, 1994.

SOUZA, S. L.; GONÇALVES, T. V. O. Bases epistemológicas subjacentes ao enfoque CTS no ensino de química. **Revista ACTA Tecnológica**, v. 6, n. 2, jul-dez. 2011. Disponível em: <<http://portaldeperiodicos.ifma.edu.br/index.php/actatecnologica/article/view/55>>. Acesso em 26.jun.2013.

SOUZA CRUZ, S. M. **Aprendizagem centrada em eventos:** uma experiência com enfoque ciência, tecnologia e sociedade no ensino fundamental. Tese (Doutorado Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

SOUZA CRUZ, S. M.; ZYLBERTAJN, A. O enfoque ciência, tecnologia e sociedade – CTS. In: **Ensino de Física** – conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. PIETROCOLA, M. (org.). (p. 171-196). Ed. UFSC, Florianópolis, 2001.

SPAETH, K. R. Don't hold your breath: personal exposures to volatile organic compounds and other toxins in indoor air and what's (not) being done about it. **Preventive Medicine**, n. 31, p. 631-637, 2000.

STERN, A. **Air pollution:** the effects of air pollution, v. 2. 3rd ed. United Kingdom: Academic Press, Inc., 1977.

STRIEDER, R. B. **Abordagem CTS e ensino médio:** espaços de articulação. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

_____. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil:** sentidos e Perspectivas. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SUTIL, N. *et al.* CTS e CTSA em periódicos nacionais em ensino de Ciências/Física (2000-2007): considerações sobre a prática educacional em física. In: **XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. Curitiba, 2008.

TEIXEIRA, E. **As três metodologias:** acadêmica da ciência e da pesquisa. 4. ed. Belém: UNAMA, 2002.

TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento CTS no ensino de ciências. In: **Ciência & Educação**, n. 2, São Paulo, p. 177-190, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n2/03.pdf>>. Acesso em 26/06/2013.

TEIXEIRA, R. M. O. **Simulação da qualidade do ar interior em ambiente escolar**. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente). Universidade de Aveiro, Portugal, 2012.

TERRAZZAN, E. A.; AULER, D. Repensando a física no ensino médio. In: **Formação de professores: um desafio**. Goiânia: UCG, p. 213-229, 1996.

TORRES, J. E. *et al.* Resignificação curricular: contribuições da Investigação Temática e da análise textual discursiva. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, n. 2, p. 1-13, 2008.

TRIVELATO, S. L. F. O ensino de ciências e as preocupações com as relações CTS. **Educação em foco**, v.5, n.1, p. 43-54, 2000.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

VACCAREZZA, L. S. Ciencia, tecnología y sociedad: el estado de la cuestión en América Latina, In: **Revista Iberoamericana de Educación**, n.18 - ciencia, tecnología y sociedad ante la educación, set.-dez., 1998. Disponível em: <<http://www.oei.es/oeivirt/rie18a01.htm>>. Acesso em: 28/03/2014.

VASCONCELOS, F. C. G. C.; LEÃO, M. B. C. A utilização de programas televisão como recurso didático em aulas de química. In: **XV Encontro Nacional de Ensino de Química**. Brasília, 2010.

VERDELHOS, V. M. M. **Caracterização da qualidade do ar interior em espaços públicos com permissão de fumar**. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente). Universidade de Coimbra, Portugal, 2011.

VIEIRA, H. J.; FIGUEIREDO-FILHO, L. C. S., FATIBELLO-FILHO, O. Um experimento simples e de baixo custo para compreender a osmose. **Química Nova na Escola**, n. 26, p.37-39, 2007.

VIEIRA, R. M.; MARTINS, I. P. Práticas de professores do Ensino Básico orientadas numa perspectiva CTS-PC, **Revista CTS**, p.79-86, 2009.

VILCHES, A.; GIL PÉREZ, D.; PRAIA, D. De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. In: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (org.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília: UNB, p. 161-184, 2011.

VOGT, C.; POLINO, C. **Percepção pública da ciência: resultados da pesquisa na Argentina, Brasil, Espanha e Uruguai**. Campinas: Ed. Unicamp; São Paulo: FAPESP, 2003.

WAKS, L. J. Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos intelectuales. In: MEDINA, M.; SANMARTIN, J. **Ciencia, tecnología y sociedad, estudios interdisciplinares en la universidad, en la**

educación y en la gestión pública. Barcelona: Anthropos, 1990.

WANG, S.; ANG, H. M.; TADE, M. O. Volatic organic compounds in indoor environment and photocatalytic oxidation: State of the art. **Environment Internacional**, v. 33, p. 694-705, 2007.

WINNER, L. **The whale and the reactor.** A search for limits in an age of high technology. Chicago: The University of Chicago Press, 1986.

YAGER, R. E. (Ed.). **The science, technology and society movement.** Washington: National Science Teachers Association – NSTA, 1993.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 –	TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO....	194
APÊNDICE 2 –	MODELO DE DIÁRIO DE BORDO DOS ESTUDANTES.....	195
APÊNDICE 3 –	DIÁRIOS DO PROFESSOR.....	196
APÊNDICE 4 –	QUESTIONÁRIO FINAL.....	217
APÊNDICE 5 –	QUESTIONÁRIO AVALIATIVO.....	218
APÊNDICE 6 –	PROPOSTA DIDÁTICA “O ESTUDO DOS GASES, A CINÉTICA QUÍMICA E A QUALIDADE DO AR INTERIOR” ...	219
APÊNDICE 7 –	RELATOS DOS ESTUDANTES.....	286
APÊNDICE 8 –	UNIDADES DE SIGNIFICADO E CATEGORIAS.....	350

APÊNDICE 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado (a) Estudante,

Gostaria de comunicar que será desenvolvido um projeto de pesquisa no decorrer do terceiro trimestre de 2013 para a realização do trabalho de dissertação de Silvaney de Oliveira, aluno do curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática da Universidade Federal do Paraná, sob a orientação da Professora Doutora Orliney Maciel Guimarães e do Professor Doutor Leonir Lorenzetti.

O projeto a ser desenvolvido tem como objetivo principal avaliar uma proposta didática na disciplina de Química através do Enfoque CTS. Tal proposta é destinada para estudantes da Educação Básica.

O pesquisador pretende utilizar os dados obtidos para futuras publicações, sejam eles na forma eletrônica ou impressa, assim como em trabalhos para congressos, simpósios e encontros da área.

Conto com a sua colaboração e participação para a conclusão deste projeto e gostaria de esclarecer que nenhum participante terá seu nome identificado no material a ser elaborado para a conclusão da pesquisa.

Por favor, caso esteja de acordo, assinale e assine abaixo, colocando nome e RG.

Obrigado,

Atenciosamente

Professor Silvaney de Oliveira
silvaney.oliveira@gmail.com

() de acordo

Nome do aluno: _____

Nome do responsável: _____

RG: _____

Data: ___/___/____.

APÊNDICE 3 – DIÁRIOS DE BORDO DO PROFESSOR

DIÁRIO DE AULA 01– 19/09/2013

A primeira aula da unidade didática teve como objetivo iniciar o estudo dos gases através da temática da Qualidade do Ar Interior (QAI). Esta aula se caracterizou por um caráter informativo e houve maior ênfase aos perigos associados a poluição do ar interior, suas características, seus principais agentes e as maneiras de se prevenir ou minimizar os efeitos indesejados desses poluentes. Registramos o comparecimento de 18 alunos (96% dos estudantes matriculados na turma).

RELATO DO PROFESSOR DA TURMA

A aula, programada para durar 50 minutos, iniciou cerca de 2 minutos antes do horário previsto devido à saída antecipada do professor da aula anterior. A turma participou ativamente das discussões e demonstrou interesse pela temática. Convém mencionar como ponto negativo o excesso de barulho externo. A sala de aula localiza-se no piso superior da escola e bastante próxima a uma das principais avenidas da cidade. Este fator atrapalhou a comunicação em alguns instantes e exigiu maior concentração dos estudantes durante a leitura do texto proposto no roteiro do estudante.

Iniciamos a aula propondo os questionamentos relativos a sessão de *problematização inicial*, conforme previsto no plano de aula. A primeira pergunta pretendia investigar o entendimento prévio dos alunos sobre a poluição do ar: *Quando se fala em poluição do ar, qual a primeira ideia que lhes vêm à cabeça?* As respostas associaram poluição do ar com poluição atmosférica, mencionando a fumaça das indústrias e dos automóveis. Outras situações mencionadas foram o saneamento básico - os esgotos a céu aberto - e o lixo urbano.

Com vistas a introduzir nossa temática, perguntamos aos alunos se eles acreditavam que o ar no interior de suas casas ou dentro da sala de aula estivesse poluído. Os alunos foram unânimes em afirmar que poderia haver poluição do ar interior e justificaram que isto ocorria devido à má qualidade do ar exterior. Afirmaram que esta era a única fonte da poluição e que através da restrição do fluxo de ar exterior haveria incremento da qualidade do ar interior. Quando perguntamos especificamente sobre as diferenças na qualidade do ar interior e do ar exterior, as respostas foram variadas. Alguns acreditavam que o ar exterior era mais poluído (devido as fábricas), enquanto outros argumentaram que seria o ambiente interno (devido à falta de ventilação).

Quando questionados sobre as expressões “poluição do ar interior” ou “poluição indoor”, os alunos afirmaram que nunca haviam ouvido tais termos e que também não conheciam nenhuma substância responsável pela poluição do ar em ambientes fechados (além do ar exterior). Em relação a alternativas para a melhoria da qualidade do ar interior, um dos alunos sugeriu a utilização de aparelhos de purificação de ar.

A problematização inicial durou aproximadamente 6 minutos e em seguida, pedimos aos alunos que se organizassem em duplas para a leitura do texto de apoio e resolução das questões propostas no roteiro do estudante relativas à *organização do conhecimento*.

Não houve resistência a leitura do texto e o debate nas equipes foi bastante produtivo. Os alunos não apresentaram dificuldades em resolver as questões propostas e nas discussões houve referências as diversas fontes de poluição do ar interior, como o tabaco, os sistemas de ar condicionado, os materiais de construção e o armazenamento incorreto dos produtos de limpeza.

A etapa relativa a organização do conhecimento teve duração de aproximadamente 35 minutos e durante o debate realizado com a turma fizemos uma retomada dos questionamentos iniciais. Desta vez os alunos não tiveram dúvidas em afirmar que a poluição do ar interior é um fator muito mais preocupante do que a poluição externa, pois esta impacta diretamente naquela e além disso, ainda existem uma série de outras fontes quase imperceptíveis de poluição nos ambientes internos.

Esta retomada durou aproximadamente 8 minutos e caracterizou a etapa de *aplicação do conhecimento*, proposta no plano de aula como o terceiro momento pedagógico. Além disso, propusemos aos alunos a resolução de uma atividade que enfocava os riscos da manipulação e mistura de diferentes produtos de limpeza. Como não houve tempo para realizá-la devido ao término da aula, pedimos aos alunos para que resolvessem a atividade em casa e entregassem na aula seguinte.

Acreditamos que a aula transcorreu como esperado e que os alunos compreenderam a relevância da temática. Informamos a turma que cada aluno deveria produzir um relatório sobre a aula e entregar na aula subsequente. Indicamos o dia 26/09/2013 como data para entrega desta atividade e também informamos que esta seria uma prática constante durante o desenvolvimento da unidade didática.

DIÁRIO DE AULA 02– 26/09/2013

A segunda aula da unidade didática teve como objetivos caracterizar o princípio da difusão gasosa e analisar as diferentes velocidades de deslocamento dos gases através da ótica do modelo de partículas. A proposta foi construída objetivando uma reflexão sobre a difusão gasosa através de dois experimentos práticos. Registramos o comparecimento de 18 alunos (96% dos estudantes matriculados na turma).

RELATO DO PROFESSOR DA TURMA

Para a realização desta aula solicitamos a direção da escola a possibilidade de mudar a turma de sala. Havia muito barulho no pavilhão em que a turma estava localizada (devido a reforma que está sendo realizada concomitantemente com as aulas) e havia a necessidade de distribuir antecipadamente alguns frascos de perfume abertos ao redor da sala para a realização do primeiro experimento. Nosso pedido foi atendido, mas infelizmente o primeiro experimento não ocorreu como planejado porque nesta sala havia um forte odor de tinta que mascarava o cheiro do perfume. Apesar deste contratempo, a aula transcorreu normalmente e não houve problemas com o barulho da construção.

Logo após a entrada na sala de aula os alunos reclamaram do odor de tinta e alguns observaram que havia um outro cheiro, mas não conseguiram identificar qual

seria. Aproveitamos o comentário para introduzir os questionamentos relativos à sessão de *problematização inicial*. Informamos os alunos que o cheiro que estavam sentindo (além do odor de tinta) emanava dos frascos de perfume (o primeiro experimento) e perguntamos: *Por que ao abrir este frasco é possível sentir o cheiro do perfume em toda a sala? O que acontece com o perfume quando o frasco é aberto? Como poderíamos explicar o fato do cheiro se espalhar por toda a sala?* Eles argumentaram que o ar estaria *levando* o cheiro porque os frascos estavam abertos. Quando questionados se o ar estaria carregando o cheiro ou se o cheiro é que se deslocava pelo ar, houve opiniões distintas. Seguimos nosso questionamento perguntando se em um mesmo ambiente dois gases distintos se espalhariam a mesma velocidade. Um dos alunos argumentou dependeria da densidade dos gases, enquanto outro acreditava que aquele que possuísse cheiro mais forte se deslocaria mais rápido. Alguns alunos concordaram com as argumentações e associaram as duas hipóteses, teorizando que quanto mais denso um gás, mais forte seria seu cheiro e maior sua velocidade de deslocamento. Quando questionados sobre a relação entre a facilidade de deslocamento dos gases e a poluição do ar interior, nenhum dos alunos se pronunciou.

A problematização inicial durou aproximadamente 10 minutos e para a *organização do conhecimento* foram propostos dois exercícios no roteiro do estudante, um relativo ao primeiro experimento e outro relativo a um segundo experimento, cujo objetivo era investigar as diferentes velocidades de difusão dos gases.

Não houve dificuldades em responder à questão relativa ao primeiro experimento. Neste exercício foi pedido para que fizessem dois desenhos, um representando as moléculas do gás dentro do frasco e outro representando as moléculas após sua difusão pela sala de aula. A maioria dos estudantes intuitivamente representou as moléculas por pontos, mais próximas no primeiro desenho e espalhadas no segundo.

Em relação ao segundo exercício, percebemos que houve bastante interesse no experimento, muito embora eles tenham demonstrado dificuldades em responder os questionamentos propostos. Neste experimento foram introduzidos dois gases diferentes em um tubo de vidro e após alguns minutos houve a formação de um anel esbranquiçado dentro do tubo. A maior parte dos alunos acreditava que o anel branco era devido a maior concentração dos gases naquele local e que isso impedia seu deslocamento. Mesmo após termos explicado que os gases haviam reagido e que o anel se tratava de uma terceira substância, os alunos não conseguiram representar a equação química relativa a reação.

A etapa de organização do conhecimento durou aproximadamente 30 minutos e ao término da resolução das questões propostas, reunimos os alunos para discutir as atividades e retomar os questionamentos iniciais. Esclarecemos que a representação feita no primeiro exercício era conhecida como modelo de partículas e que um dos fatores que influenciava na velocidade de difusão gasosa era o valor da massa molecular da substância. Representamos a equação química relativa ao segundo experimento e salientamos a importância da linguagem científica e seus símbolos.

Para a etapa de *aplicação do conhecimento*, buscando retomar o primeiro experimento e seus questionamentos, utilizamos como exemplo o vazamento do gás de cozinha para perguntar aos alunos se o cheiro e o gás eram coisas distintas. Esta etapa durou aproximadamente 8 minutos. Com a entrega da questão resolvida,

esclarecemos que o cheiro e o gás não são coisas distintas e que quando sentimos um odor significa que a substância já chegou até nós.

Acreditamos que a aula transcorreu como esperado e que houve grande participação dos alunos. Esperamos ter superado algumas lacunas de entendimento em relação a difusão gasosa, ao conceito de reação química e sua representação.

DIÁRIO DE AULA 03– 29/09/2013

A terceira aula da unidade didática teve como objetivo caracterizar a teoria cinética dos gases através da ótica do modelo de partículas e compreender os efeitos da variação da temperatura, do volume e da pressão no comportamento dos gases. A aula foi estruturada objetivando a compreensão dos conceitos através de uma reflexão amparada sobre uma série de experimentos práticos. Registramos o comparecimento de 18 alunos (96% dos estudantes matriculados na turma).

RELATO DO PROFESSOR DA TURMA

Logo no início da aula solicitamos aos alunos a entrega dos relatórios relativos a aula anterior e reforçamos a necessidade de que os relatos fossem detalhados e fidedignos. Salientamos que nosso objetivo não era o de encontrar respostas certas e sim, de conhecer as impressões deles sobre o andamento das aulas.

Após o recado, procedemos ao início efetivo da aula através do questionamento introdutório relativo à sessão de *problematização inicial*: *Na aula passada discutimos a capacidade de difusão dos gases. Sabemos que a massa molecular influencia na velocidade de difusão das substâncias gasosas. Quais outros fatores podem alterar o comportamento dos gases?* Inicialmente a única hipótese apresentada foi a de que a pressão atmosférica seria um fator capaz de alterar o comportamento dos gases. Como os alunos não pareciam muito envolvidos, insistimos no questionamento retomando o conceito de difusão gasosa relembando o experimento realizado na aula anterior. Depois disso, surgiram as hipóteses de que as correntes de ar e a temperatura também influenciavam no comportamento dos gases.

Em função da pouca participação dos alunos, a problematização inicial durou aproximadamente 4 minutos. Para a *organização do conhecimento*, pedimos aos alunos que organizassem grupos de três ou quatro integrantes para que realizassem os experimentos e respondessem as questões propostas no roteiro do estudante. Foram organizadas cinco equipes e cada uma delas analisou um experimento de cada vez. Os experimentos estão detalhados no plano de aula e procuravam investigar a influência da temperatura e da pressão no comportamento dos gases, bem como avaliar a capacidade de compressão gasosa.

A etapa de organização do conhecimento durou aproximadamente 37 minutos e desta vez notamos um grande interesse dos alunos nas situações propostas e na realização dos experimentos. Houve curiosidade em relação ao funcionamento da manta de aquecimento e a nomenclatura da vidraria utilizada (erlenmeyer, kitasato, balão volumétrico). Não houve dificuldades na representação das moléculas segundo o modelo de partículas e alguns alunos comentaram que se tratava de uma noção intuitiva. Percebemos que os maiores problemas encontrados para a resolução das atividades ocorreram nas atividades que relacionavam a variação da densidade dos gases em função da alteração de sua massa e volume. Os alunos demonstraram

dificuldades em manipular a equação matemática que representa a densidade e compreender as relações de proporcionalidade envolvidas.

Com o término da análise dos experimentos e discussões nas equipes, reunimos a turma em grande grupo buscando superar algumas lacunas no entendimento do modelo proposto e principalmente na manipulação da expressão matemática representativa da densidade. Propusemos então a questão relativa a sessão de *aplicação do conhecimento*. A atividade proposta relacionava a variação da pressão interna do corpo humano com a variação da pressão atmosférica. Esta etapa durou aproximadamente 7 minutos.

Depois de recolhermos a questão resolvida, discutimos as hipóteses apresentadas pelos alunos e percebemos que a maioria dos estudantes conseguiu estabelecer a relação proposta no exercício.

Acreditamos que a aula transcorreu como esperado e que os experimentos e suas reflexões auxiliaram na construção de um modelo representativo para o estado gasoso.

DIÁRIO DE AULA 04 – 07/10/2013

A quarta aula da unidade didática intitulada *A teoria cinética dos gases*, teve como objetivo principal ampliar a análise do modelo construído para os materiais gasosos sob a ótica do modelo de partículas. O estudo foi realizado através da organização dos pressupostos da Teoria Cinética dos Gases (TCG), enfocando as variáveis de estado dos gases e as transformações gasosas de uma massa fixa de gás. A aula foi programada para utilizar um texto de apoio (indicado na proposta didática) que sintetizava aspectos da TCG relacionados aos conceitos científicos envolvidos nas práticas realizadas na aula anterior. Nesta aula registramos o comparecimento de 19 alunos (98 % dos estudantes matriculados na turma).

RELATO DO PROFESSOR DA TURMA

A aula, programada para durar 50 minutos, iniciou com atraso de cerca de 3 minutos. O sinal sonoro que indica o início e término das aulas esteve desligado durante todo o dia, devido à reforma que se realiza concomitantemente com o período letivo e este fator causou confusão na entrada e saída das aulas.

No início da aula a turma estava mais agitada do que de costume e havia muito barulho na sala em função da movimentação de alunos nos corredores e nas salas adjacentes. Além disso, ao contrário das aulas anteriores, a turma estava em sua sala de origem, localizada próxima a uma das principais avenidas da cidade. O ruído do tráfego intenso de veículos dificulta naturalmente a concentração e não favorece a comunicação no ambiente. Devido a esses fatores, houve a necessidade de chamar a atenção dos alunos para que a aula pudesse ser iniciada como planejado.

Com a atenção da turma, pedimos aos alunos que entregassem os diários relativos a aula anterior. Uma aluna mencionou durante a entrega de seu diário que finalmente estava entendendo o conteúdo de química e que cogitava seguir carreira na área após o término do ensino médio. Dois alunos pediram para entregar os relatórios na aula subsequente, um deles porque esquecera em casa e outro porque não conseguira terminar a tempo. Optamos por aceitá-los atrasados, em função da importância que o *feedback* possui em nossa proposta didática e por acreditarmos que

a reflexão sobre a aula e o registro escrito auxiliaram consideravelmente o entendimento dos conceitos estudados.

Após o recolhimento dos diários propusemos o primeiro questionamento previsto no plano de aula na sessão relativa à *problematização inicial*: *A hipótese de que um gás seja constituído de partículas muito pequenas que se movimentam no espaço vazio é um modelo interessante para explicar algumas propriedades dos gases. A partir desse modelo, como podemos explicar a compressão e a difusão dos gases?* Por relacionar dois conceitos, optamos por realizar o questionamento em duas etapas. No primeiro momento enfocamos a propriedade de difusão dos gases, por se tratar de um assunto abordado nas duas aulas anteriores mas, ao contrário do previsto, não houve resposta dos alunos. Partimos então para a segunda parte da pergunta e neste momento os alunos responderam prontamente, relacionando a propriedade de compressão dos gases com o modelo de partículas e com um dos experimentos realizados na aula anterior (compressão da seringa com ar). Acreditamos que a propriedade de compressão gasosa foi compreendida e relacionada satisfatoriamente com o modelo de partículas por se tratar de uma situação que se observa facilmente no cotidiano (calibrando pneus, inflando uma bexiga, etc.) e por ter sido alvo de um experimento bastante simples.

Na sequência, seguindo com as questões propostas na *problematização inicial*, perguntamos aos alunos como o modelo de partículas explica a pressão exercida por um gás e os alunos relacionaram a pressão com a “força” das partículas – intensidade dos choques. Não se trata de um entendimento que nos causa surpresa, visto que a relação da força com a superfície é uma das definições de pressão normalmente estudada em Física. Em seguida, perguntamos aos alunos sobre o efeito da variação da temperatura no comportamento dos gases e os alunos associaram a temperatura com a agitação das moléculas. A partir desta associação, questionamos os alunos se haveria alguma temperatura na qual cessaria todo o movimento das moléculas de um gás e alguns responderam que não enquanto outros imaginavam que deveria ser uma temperatura muito baixa, negativa, embora ninguém tenha afirmado se tratar do zero absoluto (0 kelvin). Também em relação ao movimento das moléculas no estado gasoso, argumentamos que quando uma partícula se choca com a outra ocorre naturalmente uma diminuição em sua velocidade e, como o estado gasoso se caracteriza por choques frequentes segundo o modelo de partículas, perguntamos se eventualmente as moléculas não parariam de se mover em função da perda de velocidade. Os alunos responderam que não, pois as partículas seriam tão pequenas e leves (por estarem no estado gasoso) que os choques não seriam suficientes para reduzir substancialmente a velocidade de suas moléculas.

Em relação as transformações gasosas, questionamos o significado de uma transformação isotérmica e um dos alunos argumentou que se tratava de uma transformação que cede calor, evidentemente confundindo transformação *isotérmica* com uma reação *exotérmica* (aquela que libera calor). Outro aluno discordou, afirmando que uma reação isotérmica seria aquela que mantém o calor. Utilizou como justificativa a marca de um veículo refrigerado que mantém a temperatura de sua carga constante. Quando questionados sobre o significado de transformações isobáricas e isocóricas nenhum dos alunos respondeu. Logo em seguida, optamos por perguntar sobre uma transformação isovolumétrica – informando se tratar de sinônimo para transformação isocórica – e houve associação com volume constante. Desta

forma, após cerca de 9 minutos, finalizamos os questionamentos relativos à problematização inicial.

Com o término dos questionamentos, encaminhamos os alunos (reunidos em duplas) para a leitura do texto de apoio e resolução das questões propostas no roteiro do estudante. Durante a leitura do texto de apoio um dos alunos reclamou do barulho e de que não havia colaboração por parte dos colegas para que houvesse uma leitura apropriada do texto. Concordamos com a argumentação e percebemos que alguns alunos não se interessaram por uma leitura cuidadosa do texto de apoio e seguiram para a resolução das questões propostas. Fomos obrigados a advertir alguns estudantes de modo a garantir um ambiente favorável ao desenvolvimento da atividade.

Durante a resolução das atividades propostas na sessão relativa a *organização do conhecimento*, notamos que o conceito de difusão gasosa e a influência da variação de temperatura neste processo foi compreendido pela maioria dos alunos. A associação da temperatura com o movimento das moléculas no estado gasoso foi facilitada pela experiência realizada na aula anterior (aquecimento do ar em um erlenmeyer com um balão de látex acoplado). Em relação as transformações isotérmicas, isobáricas e isocóricas houve dificuldades em compreender os questionamentos e fazer as associações. Nossa intervenção se fez necessária para auxiliar na compreensão dos exercícios e na análise das situações propostas. Percebemos que houve entendimento do significado atribuído pelo modelo de partículas as variáveis de estado (P,V,T) individualmente, mas houve grandes dificuldades em relacioná-las, em compreender a influência que elas têm umas nas outras. Acreditamos que a utilização de recursos audiovisuais, como slides ou vídeos, poderiam melhorar o entendimento dessas inter-relações. Como não houve a previsão desse elemento complicador, coube a nós a tarefa de tentar superar esse obstáculo. A opção escolhida foi refletir sobre o significado individual dos conceitos (através da retomada dos experimentos realizados na aula anterior e do texto de apoio) para estabelecer suas inter-relações através de exemplificação verbal e gestual.

A análise do texto e discussão das atividades propostas levou cerca de 30 minutos e após a retomada das questões com a turma toda, procedemos à entrega da pergunta relativa à sessão de *aplicação do conhecimento*. Nesta etapa pedimos aos alunos para estenderem o modelo de partículas, inicialmente construído para o estado gasoso, aos estados líquido e sólido. Foram propostos dois critérios de diferenciação adicionais: o sensorial e a relação entre forma e volume. Os alunos não apresentaram dificuldades em resolver esta questão e houve alguns que optaram por representar seu entendimento dos estados físicos, segundo o modelo de partículas, através de desenhos. A leitura, análise e resolução da atividade proposta levou aproximadamente 10 minutos. Depois da entrega da questão resolvida, reunimos novamente os alunos em um grande grupo para comentar a resolução da pergunta e sintetizar a proposta do modelo de partículas para os estados físicos (sólido, líquido e gasoso), corrigindo eventuais lacunas de entendimento. Houve problemas em relação ao tempo de aula, visto que ocupamos parte do horário destinado para a próximo professor (aproximadamente uns 5 minutos) durante a discussão da questão relativa a aplicação do conhecimento.

Apesar dos problemas ocasionados pelo barulho e pela agitação da turma, acreditamos que a aula transcorreu como planejado. Cabe ressaltar a necessidade da

utilização de recursos alternativos para a exemplificação das inter-relações entre as variáveis de estado e as transformações gasosas.

DIÁRIO DE AULA 05 – 10/10/2013

A quinta da aula da unidade didática intitulada *Modelos científicos*, teve como objetivo principal ampliar a visão do conceito de modelos científicos. O estudo foi realizado através de um experimento denominado *dinâmica das caixas pretas*. Nesta aula registramos o comparecimento de 20 alunos (100 % dos estudantes matriculados na turma).

RELATO DO PROFESSOR DA TURMA

A aula iniciou e terminou dentro do período previsto (50 minutos). Os alunos estavam tranquilos – sem a agitação demonstrada na aula anterior – e a turma se mostrou bastante receptiva. Os ruídos da construção estavam concentrados no segundo bloco do prédio e não atrapalharam o andamento das atividades.

Nesta aula utilizamos uma dinâmica conhecida como *experimento das caixas pretas*. Os alunos foram desafiados a descobrir o conteúdo de quatro caixas lacradas. Logo que entramos em sala houve grande curiosidade em relação às caixas e como seriam empregadas na aula. Com o intuito de aproveitarmos o componente motivacional, não revelamos imediatamente aos alunos em que circunstância elas seriam utilizadas.

Propositadamente evitando mencionar as caixas, recolhemos os diários da aula anterior e procedemos as questões relativas a etapa de problematização *inicial* perguntando à classe: *Estamos construindo uma representação para o comportamento dos gases a partir do modelo de partículas. Em nossa hipótese, os gases são compostos por partículas que se encontram em constante movimento e que possuem grande espaço entre elas. Estamos utilizando este modelo para nortear nosso estudo. Mas afinal, o que é um modelo científico?* Os alunos inicialmente associaram a ideia de modelo ao significado trivial da palavra, indicando se tratar de uma referência, um elemento norteador a ser seguido. Outra suposição similar foi a de que um modelo seria um molde, algo para se copiar. Neste momento resolvemos intervir e salientar que estávamos falando de modelos científicos, perguntando novamente: *O que um modelo científico, assim como o modelo de partículas, representa? Trata-se de uma cópia fiel da realidade?* Os alunos argumentaram que um modelo científico era construído a partir de uma teoria e seu objetivo final seria uma aplicação prática. Apesar dessa relação entre a teoria e a construção dos modelos científicos, eles não souberam afirmar se os modelos seriam cópias ou representações da realidade.

Quando questionados se um modelo científico estaria finalizado após sua formulação, os alunos não tiveram dúvidas em afirmar que os modelos não eram definitivos e sempre poderiam ser modificados. Segundo eles, um modelo poderia ser acrescido ou diminuído, agregando ou retirando partes de sua estrutura de acordo com a necessidade. Em relação aos cientistas que os propõem, alguns alegaram os modelos seriam construções coletivas enquanto outros acreditavam que seriam propostas de um único indivíduo.

A problematização inicial durou aproximadamente 6 minutos e logo em seguida, pedimos aos alunos que se reunissem em quatro equipes para realizarem a dinâmica das caixas pretas. Deixamos a organização das equipes aos próprios alunos, para que formassem grupos de acordo com suas preferências pessoais. A dinâmica foi realizada com quatro caixas numeradas. Cada grupo recebeu uma delas para avaliar seu conteúdo (sem abrir), de acordo com a proposta presente no roteiro do estudante. Após avaliar sua caixa e descrever seu conteúdo, as equipes realizavam um rodízio das caixas.

Durante a análise do conteúdo das caixas houve grande interação entre os integrantes de cada equipe e foram várias as hipóteses apresentadas. Todos os alunos participaram da construção dos modelos representativos para os objetos que estariam dentro das caixas.

A dinâmica das caixas pretas durou aproximadamente 31 minutos e finalizou-se com a abertura das caixas e com a revelação de seu conteúdo. Depois disso, solicitamos aos alunos que permanecessem em seus grupos para responder as duas perguntas propostas na segunda parte do roteiro do estudante: 1- *Os modelos elaborados correspondem às características reais dos objetos? Por quê?* 2- *O que seria um modelo científico? Qual a utilidade de um modelo científico?*

A resolução das perguntas propostas durou cerca de 9 minutos e questionamos os alunos em relação as suas conclusões. No tocante aos modelos propostos para os objetos presentes nas caixas, a maioria das equipes apresentou sugestões que possuíam características bastante similares às dos objetos reais, embora apenas em uma das caixas houve sucesso em prever o objeto que se apresentava em seu interior. Os alunos argumentaram que era muito difícil prever quais seriam os objetos que estavam dentro das caixas sem algum detalhe pudesse facilitar a descoberta. Em relação ao conceito de modelo científico, os alunos concluíram que os modelos eram representações da realidade desenvolvidas para explicar algum fenômeno ou fato e que se tratavam de construções provisórias e nunca estavam finalizados.

Ao término das discussões, procedemos a entrega da questão relativa a sessão de *aplicação do conhecimento*. Nesta etapa, perguntamos aos alunos se um modelo científico poderia ser construído a partir de uma teoria ou se era obrigatória uma validação experimental. Após a entrega da questão resolvida pelos alunos, reunimos um grande grupo e esclarecemos que determinados modelos científicos são construídos sem comprovação experimental, enquanto outros são validados experimentalmente.

Em suma, a aula transcorreu de forma tranquila e houve grande participação dos alunos. Creditamos à curiosidade dos alunos em relação ao conteúdo das caixas um dos fatores que motivaram o interesse pela dinâmica e pelo assunto abordado.

DIÁRIO DE AULA 06– 17/10/2013

A sexta aula da unidade didática intitulada *Os caminhos da ciência*, teve como objetivo principal discutir a natureza do conhecimento científico, encarando a ciência como uma construção humana, influenciável por diversos fatores, provisória e suscetível de reformulação ou reconstrução. A aula foi programada para utilizar um texto de apoio (indicado na proposta didática) como elemento auxiliar nas reflexões.

Nesta aula registramos o comparecimento de 19 alunos (98 % dos estudantes matriculados na turma).

RELATO DO PROFESSOR DA TURMA

Iniciamos a aula pedindo aos alunos que entregassem o diário referente a aula anterior e antes de introduzir os questionamentos da sessão de *problematização inicial*, fizemos uma breve revisão das aulas anteriores.

Logo após a retomada, seguimos o planejamento proposto no plano de aula e iniciamos os questionamentos perguntando como seriam construídas as teorias científicas e em especial, como fora construída a teoria cinética dos gases. Os alunos argumentaram que as teorias científicas eram construídas através de pesquisas, modelos, observação da realidade e experiências práticas. Em relação a teoria cinética dos gases, eles apontaram que foi uma construção de vários cientistas, em lugares e momento diferentes, cada um deles melhorando a hipótese do antecessor. Quando questionados sobre o que significaria um fato científico, eles afirmaram que seria qualquer fato que pudesse ser provado como verdadeiro e para conseguir esta comprovação haveria obrigatoriamente, a necessidade de realizar testes com a finalidade de validá-lo experimentalmente.

Em relação as influências externas ao processo de produção científica, eles foram unânimes em afirmar que nenhum outro fator, além daqueles intrínsecos ao próprio desenvolvimento da pesquisa, interferiria nas conclusões de um trabalho científico. Argumentaram que apenas a opinião de alguém qualificado (outro cientista) poderia influenciar os caminhos de uma pesquisa científica.

A etapa de problematização inicial durou aproximadamente 8 minutos e em seguida, pedimos aos alunos que se organizassem em duplas para a leitura do texto de apoio e resolução das questões propostas no roteiro do estudante relativas à *organização do conhecimento*.

Não houve resistência a leitura do texto e os alunos demonstraram muito interesse nas questões propostas. Durante a resolução das atividades constatamos que a visão de ciência predominante entre os alunos era a tradicional, que a encara como neutra, objetiva e produtora de verdades. Cabe ressaltar que apesar disso, não encontramos resistência às críticas ou aos argumentos utilizados para desconstruir esta visão de ciência.

Devido à grande participação dos alunos nas discussões em suas equipes e no grande grupo, a etapa de organização do conhecimento durou aproximadamente 40 minutos e não houve tempo para realizar a atividade proposta na sessão relativa à *aplicação do conhecimento*. Pedimos aos alunos para que resolvessem a atividade em casa e entregassem na aula seguinte. Apesar disso, acreditamos que a aula cumpriu seus objetivos e ficamos muito satisfeitos com o interesse demonstrado pelos alunos.

DIÁRIO DE AULA 07– 21/10/2013

A sétima aula da unidade didática intitulada *Gases reais e gases ideais*, teve como objetivo principal compreender a equação geral dos gases ideais e as principais diferenças entre um gás real e um gás ideal. A aula foi programada para utilizar um texto de apoio (indicado na proposta didática) e enfatizava a resolução de exercícios e

análise gráfica. Nesta aula registramos o comparecimento de 14 alunos (74 % dos estudantes matriculados na turma).

RELATO DO PROFESSOR DA TURMA

A aula, programada para durar 50 minutos, iniciou com cerca de 5 minutos de atraso. O professor da aula anterior solicitou alguns instantes para finalizar uma atividade e isso ocasionou o atraso no início de nossa sétima aula.

Antes de recolhermos os diários da aula anterior, solicitamos aos alunos que tivessem mais empenho na produção dos seus diários. Percebemos que alguns alunos não estavam dando a devida importância às suas redações e que seus textos apresentavam-se demasiadamente sucintos. Pedimos mais seriedade na realização da atividade e salientamos que não esperávamos respostas corretas, apenas um número maior de impressões pessoais e de descrições. Alguns alunos argumentaram que não tiveram tempo de redigir seus diários no dia da aula e que quando resolveram escrevê-los já não lembravam de muitos detalhes. Reiteramos que os diários deveriam ser produzidos logo depois da aula (preferencialmente no mesmo dia) e sugerimos que uma maneira de auxiliar no seu detalhamento seria através de anotações realizadas durante as aulas.

Depois do recado, fizemos uma breve retomada dos princípios da teoria cinética dos gases e perguntamos aos alunos se as hipóteses apresentadas eram válidas para todos os gases em quaisquer situações (esta é a etapa de *problematização inicial* descrita no plano de aula). Os alunos foram unânimes em afirmar que estas hipóteses não eram válidas em todas as situações, mas não souberam especificar quais seriam as limitações do modelo proposto.

A problematização inicial durou aproximadamente 3 minutos e logo em seguida, pedimos aos alunos que se reunissem em duplas para a leitura do texto de apoio e resolução das atividades previstas no roteiro do estudante.

Percebemos que não houve resistência à leitura do texto, muito embora em uma das equipes os alunos demonstraram que não haviam realizado uma leitura cuidadosa, optando por seguir rapidamente para a resolução das atividades propostas. Orientamos que este procedimento não auxiliava na resolução das questões e prejudicava o entendimento do assunto abordado.

Durante a resolução das atividades propostas na sessão relativa a *organização do conhecimento*, notamos que não houve dificuldades na compreensão das limitações do modelo proposto para o comportamento dos gases e que ficaram claras as diferenças entre um gás real e um gás ideal. Os alunos também não apresentaram dificuldades no exercício de aplicação da equação geral dos gases ideais e apresentaram facilidade na manipulação dos dados (retirados de um gráfico de $P \times V$) e conversão de unidades. Alguns alunos alegaram afinidade para os cálculos, enquanto a maioria creditou seu sucesso à resolução de exercícios semelhantes durante as aulas de Física e Matemática.

A análise do texto e discussão das atividades propostas levou cerca de 35 minutos e após a retomada das questões com a turma toda, procedemos à entrega da pergunta relativa à sessão de *aplicação do conhecimento*.

Nesta etapa apresentamos aos alunos uma questão que propunha a análise de um gráfico que apresentava a variação de pressão e temperatura ($P \times T$), mas questionava a alteração de volume do gás. O exercício apresentava alternativas e

solicitava uma justificativa para a resposta selecionada. Alguns alunos argumentaram que não havia como justificar sua escolha, pois tratava-se de uma simples leitura do gráfico. Alertamos que uma análise mais cuidadosa do exercício talvez apresenta-se subsídios para uma justificativa e alguns alunos questionaram se a resposta era tão óbvia como parecia a princípio.

Infelizmente não houve tempo para discutir a questão de aplicação do conhecimento no grande grupo devido ao término da aula, pois sua resolução levou aproximadamente 8 minutos. Apesar disso, acreditamos que a aula transcorreu como esperado e que não fosse pelo atraso inicial, teríamos tempo suficiente para analisar a questão com a turma.

DIÁRIO DE AULA 08– 24/10/2013

A oitava aula da unidade didática intitulada *Edifícios doentes, eles podem ser letais*, teve como objetivos conhecer as doenças e sintomas relacionados a SED, compreender os perigos da poluição interior em ambientes climatizados e a legislação existente para a manutenção desses espaços. A aula foi planejada para utilizar um texto de apoio e um vídeo informativo (indicados na proposta didática). Registramos o comparecimento de 16 alunos (84% dos estudantes matriculados na turma).

RELATO DO PROFESSOR DA TURMA

Para a realização desta aula se fez necessário mudar a turma de local, pois as salas da escola não possuem cortinas e, no caso específico do ambiente em que a turma se encontrava, o excesso de luminosidade impedia a projeção de vídeos. Como havíamos programado a utilização de um equipamento de multimídia, solicitamos antecipadamente à direção da escola se haveria a possibilidade da mudança de sala. Nosso pedido foi atendido e não houve dificuldades para a projeção.

No início da aula a turma demonstrou curiosidade em relação ao projetor e a maioria dos alunos escolheu lugares próximos ao ponto de projeção. Iniciamos a aula introduzindo um dos questionamentos relativos a sessão de *problematização inicial*: *Onde respiramos um ar mais puro: dentro de um shopping center ou andando na rua em Araucária?* A maioria dos alunos respondeu que seria na rua e um dos alunos discordou, sem muita segurança e sem propor argumentos para amparar sua hipótese. Os defensores do ar exterior argumentaram que os shoppings estavam sempre lotados (principalmente as praças de alimentação) e este seria o principal motivo da má qualidade do ar em seus interiores.

Seguimos com a problematização inicial questionando se os alunos já haviam ouvido o termo *Síndrome dos Edifícios Doentes (SED)*. No primeiro momento os alunos acharam a expressão engraçada e disseram que não haveria como um edifício ficar doente. Uma aluna sugeriu que a escola estava doente, pois passava por uma reforma. Aproveitamos a colocação para perguntar como seria possível descrever um edifício doente e as foram apresentadas algumas hipóteses, como: falta de iluminação, má circulação de ar, pintura antiga, paredes rachadas e presença de mofo.

A problematização inicial durou aproximadamente 5 minutos e para a etapa de *organização do conhecimento* apresentamos um vídeo informativo sobre a qualidade do ar em ambientes climatizados (duração: 6 minutos). Os alunos demonstraram bastante interesse nas informações apresentadas no vídeo e alguns afirmaram que

nunca haviam tomado conhecimento dos perigos relativos aos ambientes climatizados ou aos edifícios doentes.

Seguindo o planejamento da aula, pedimos aos alunos que se reunissem em grupos de 2 ou 3 integrantes para fazer a leitura do texto de apoio e responder as perguntas propostas no roteiro do estudante. Não percebemos dificuldades nas equipes para a compreensão do texto ou para a resolução das questões propostas e durante a retomada das questões iniciais e discussões no grande grupo houve grande participação dos alunos.

A etapa de organização do conhecimento durou aproximadamente 35 minutos e para a *aplicação do conhecimento* pedimos aos alunos para responderem individualmente uma questão de análise gráfica que relacionava a taxa de absenteísmo ao trabalho com os sintomas da SED. Esta etapa durou aproximadamente 9 minutos e após a entrega da questão resolvida pelos alunos, reunimos novamente o grande grupo para discutir o exercício proposto. Os alunos não apresentaram dificuldades para responder corretamente à questão proposta.

A aula transcorreu como esperado e acreditamos que cumpriu seu papel de informar e conscientizar a respeito dos perigos encontrados nos edifícios doentes e nos ambientes climatizados.

DIÁRIO DE AULA 09– 28/10/2013

A nona aula da unidade didática teve como objetivos compreender as funções, utilidades e cuidados necessários para utilização dos aparelhos domésticos climatização do ar interior e estabelecer critérios para aquisição de um desses equipamentos. A aula foi planejada para utilizar um texto de apoio e um vídeo informativo (indicados na proposta didática). Registramos o comparecimento de 16 alunos (84% dos estudantes matriculados na turma).

RELATO DO PROFESSOR DA TURMA

A aula, programada para durar 50 minutos, iniciou cerca de 4 minutos depois do horário. Houve a necessidade de mudança de sala, pouco antes do início da aula, devido ao processo de reforma que ocorre na escola. O deslocamento dos alunos e a remontagem do equipamento de multimídia resultaram no atraso para o início efetivo da aula.

Iniciamos a aula fazendo uma breve retomada dos assuntos abordados anteriormente (edifícios doentes e sistemas de climatização) para facilitar a introdução dos questionamentos referentes à sessão de *problematização inicial*. Nosso interesse neste momento era o de perceber o entendimento prévio dos alunos sobre os aparelhos portáteis utilizados para climatizar os ambientes domésticos. Com este intuito, questionamos: *Você sabe a diferença entre um aparelho de ar-condicionado, um aquecedor, um vaporizador e um umidificador?* Os alunos alegaram que a diferença entre os equipamentos estaria relacionada ao fato de que alguns deles eram utilizados para aquecer enquanto outros serviam para resfriar os ambientes. No caso específico dos aparelhos de ar-condicionado, argumentaram que estes possuíam tanto a função de aquecer quanto a de resfriar.

Em relação aos vaporizadores e umidificadores, um dos alunos ressaltou que eram utilizados para melhorar a qualidade do ar, regulando o teor de umidade.

Quando questionados quanto a diferença entre os aparelhos, os alunos cogitaram a possibilidade de haver sim alguma diferença, porém sem conseguir identificá-la. Por fim, perguntamos quais critérios poderíamos estabelecer para adquirir um aparelho de climatização interior e além do preço, as respostas foram bastante variadas. Houve menção à marca, modelo do equipamento e nível de ruído. Além disso, a estação do ano também influenciaria na escolha de um aparelho de climatização (no inverno seria adequado um aquecedor e no verão um aparelho de ar-condicionado).

Um dos alunos mencionou que o maior cuidado para a compra de um destes aparelhos seria através da análise do potencial de dano a saúde, enquanto outro alegou que este critério não era válido, porque todos seriam potencialmente danosos e que devido a aula anterior ele havia se conscientizado dos perigos relacionados à permanência em ambientes com climatização artificial.

A problematização inicial durou aproximadamente 5 minutos e para a etapa de *organização do conhecimento* apresentamos um vídeo informativo sobre as principais características dos aquecedores, vaporizadores e umidificadores (duração: 3 minutos). Logo após o término do vídeo, pedimos aos alunos que se organizassem em duplas para a leitura do texto de apoio e resolução das questões propostas no roteiro do estudante.

Os alunos demonstraram interesse no assunto abordado e não percebemos dificuldades para resolver as perguntas propostas para análise e reflexão. Em uma das equipes houve elogios à escolha do tema e ressaltou-se a relevância das informações para a vida diária. Durante a discussão das questões e retomada dos questionamentos iniciais no grande grupo, notamos que os alunos não apresentaram dificuldades para diferenciar os aparelhos de climatização artificial e selecionar critérios para a aquisição de um destes equipamentos.

A etapa de organização do conhecimento durou aproximadamente 30 minutos e para a *aplicação do conhecimento* solicitamos aos alunos que respondessem individualmente uma questão sobre o dimensionamento de um aparelho de ar-condicionado. Esta etapa durou aproximadamente 12 minutos e a aula terminou pouco após a entrega da questão resolvida pelos alunos. Os alunos não apresentaram dificuldades para a resolução da atividade. No entanto, como não houve tempo para discutir a questão no grande grupo, entregamos uma cópia da questão resolvida e comentada pelo professor para que o representante da turma a repassasse aos colegas.

DIÁRIO DE AULA 10– 31/10/2013

A décima aula da unidade didática teve como objetivo analisar o princípio de funcionamento dos aparelhos de purificação de ar, conhecer suas utilidades e limitações. Esta aula se caracterizou por um caráter informativo e foi planejada para utilizar um texto de apoio (indicado na proposta didática) como subsídio para as discussões em sala. Registramos o comparecimento de 13 alunos (72% dos estudantes matriculados na turma).

RELATO DO PROFESSOR DA TURMA

Iniciamos a aula com uma breve exposição sobre os equipamentos de climatização interior (assunto da aula anterior) a fim de motivar os alunos para as

discussões e introduzir os questionamentos referentes à sessão de *problematização inicial*. Salientamos que a função primária dos equipamentos de climatização interior era a de melhorar o conforto térmico dos ambientes e que haviam outros tipos de aparelhos desenvolvidos especificamente para reduzir a poluição do ar interior.

Com o intuito de investigar o conhecimento prévio dos alunos em relação ao assunto, perguntamos: *Você sabe a diferença entre um aparelho de climatização e um aparelho de purificação do ar?* Os alunos responderam que não sabiam a diferença entre os dois aparelhos e também que não conheciam o princípio de funcionamento de um equipamento de purificação do ar.

A etapa de problematização inicial durou aproximadamente 2 minutos e percebemos que o assunto era novidade para a grande maioria dos alunos, senão para todos. Seguindo o planejamento da aula, pedimos aos alunos que se reunissem em duplas para fazer a leitura do texto de apoio e responder as perguntas propostas no roteiro do estudante. Esta etapa caracterizou a sessão relativa à *organização do conhecimento*.

Com algumas exceções, a maior parte dos estudantes presentes leu o texto e se empenhou em responder às questões propostas. Durante a discussão nas equipes percebemos que o texto de apoio motivou alguns alunos a relacionar as características de equipamentos domésticos como os aspiradores de pó e os exaustores de cozinha com as propriedades de alguns aparelhos de purificação de ar. Notamos também que a leitura auxiliou na interpretação das questões e que os alunos não apresentaram dificuldades em responder as perguntas propostas.

Durante a retomada dos questionamentos e discussão das atividades no grande grupo notamos a disposição dos estudantes em participar, expondo suas respostas e comentando alguns pontos do texto.

A etapa de organização do conhecimento durou aproximadamente 30 minutos e para a *aplicação do conhecimento* solicitamos aos alunos que respondessem individualmente uma questão que apresentava uma propaganda de um aparelho de purificação de ar. Esta etapa durou aproximadamente 12 minutos e após a entrega da questão resolvida pelos alunos, reunimos novamente o grande grupo para discutir o exercício proposto. Os alunos não apresentaram dificuldades para resolver a atividade e foram unânimes em afirmar que a propaganda era enganosa.

Acreditamos que a aula cumpriu seus objetivos e ficamos satisfeitos ao perceber o senso crítico dos estudantes na discussão das questões propostas no texto e sobretudo na análise da questão de aplicação do conhecimento, onde houve a discussão em torno das intenções das propagandas veiculadas nos meios de comunicação e do perigo do ozônio presente nas camadas mais próximas da atmosfera.

DIÁRIO DE AULA 11– 04/11/2013

A décima primeira aula da unidade didática intitulada *Filosofia da tecnologia*, teve como objetivo discutir os impactos da tecnologia na sociedade atual e refletir sobre seus usos, valores e influências. Esta aula se caracterizou por um caráter dialógico e foi utilizado um texto de apoio (indicado no plano de aula) como subsídio para as discussões. Registramos o comparecimento de 16 alunos (84% dos estudantes matriculados na turma).

RELATO DO PROFESSOR DA TURMA

Iniciamos a aula esclarecendo aos alunos que iríamos tratar de um assunto que interessava a todos, a tecnologia. Com este intuito fizemos uma curta explanação sobre os aparelhos de climatização e de purificação do ar interior, resgatando os assuntos abordados nas aulas anteriores. Concluímos nossa introdução argumentando que a tecnologia está cada vez mais presente em nossas vidas e introduzimos os primeiros questionamentos referentes à sessão de *problematização inicial*: *Você já parou para pensar sobre a influência da tecnologia no seu dia a dia? Como a tecnologia interfere na sua vida?* Alguns alunos disseram que a tecnologia estava presente em tudo e exemplificaram que ela se mostrava nos meios de transporte, na produção de energia e nos equipamentos de diagnóstico e tratamento de saúde.

Quando questionados se discutir tecnologia era o mesmo que discutir equipamentos de cunho tecnológico, um dos estudantes mencionou que havia muito estudo envolvido para a produção destes dispositivos e que isso também deveria ser levado em consideração.

Ampliamos o debate perguntando qual seria a definição de tecnologia. Um dos estudantes associou tecnologia a progresso e quando questionamos a turma se eram sinônimos ou se a tecnologia conduzia automaticamente ao progresso, outro aluno argumentou que isso não era verdade e que às vezes a tecnologia resultava em efeito contrário, em destruição (como no caso das bombas).

A problematização inicial durou aproximadamente 5 minutos e em seguida, pedimos aos alunos que se organizassem em duplas para a leitura do texto de apoio e resolução das questões propostas no roteiro do estudante relativas à *organização do conhecimento*.

A leitura do texto e a resolução das atividades nas equipes duraram aproximadamente 26 minutos e percebemos que, em geral, as duplas se esforçaram em ler e responder às questões propostas. Notamos que alguns estudantes demonstraram bastante interesse no assunto e principalmente, nas informações presentes no texto de apoio. Durante esta etapa debatemos com os integrantes das equipes buscando identificar seus pontos de vista sobre as relações de neutralidade/intencionalidade e autonomia/controle da tecnologia. Enquanto aprofundávamos as discussões nas equipes, percebemos que havia preocupação dos estudantes em encontrar respostas corretas para as questões propostas. Procuramos esclarecer que não havia respostas certas ou erradas, apenas pontos de vista e que a importância residia em discutir as suas implicações em nossa vida, na busca de uma visão crítica das relações entre tecnologia e sociedade.

Após as discussões nas equipes, organizamos o grande grupo para ampliarmos o debate com toda a turma. Os alunos participaram ativamente, interagindo conosco e com os colegas. Percebemos que alguns estudantes possuíam fortes convicções em relação à neutralidade da tecnologia e à crença de que ela era autônoma, seguindo seus próprios caminhos e obedecendo apenas os desígnios de seus desenvolvedores, enquanto outros defendiam posições contrárias a uma ou ambas das afirmações. Na busca de ampliar as discussões, apresentamos exemplos que corroboravam e que contrariavam cada um dos pontos de vista.

O debate com a turma durou aproximadamente 17 minutos e a etapa de organização do conhecimento finalizou com cerca de 43 minutos. A *aplicação do*

conhecimento foi realizada através da retomada dos questionamentos iniciais e de discussões orientadas pelo professor com intuito de refletir sobre a maneira como nos relacionamos com a tecnologia e como podemos influenciar em seus caminhos.

DIÁRIO DE AULA 12– 07/11/2013

A décima segunda aula da unidade didática teve como objetivo compreender a influência da temperatura e da superfície de contato na rapidez das reações e explicar essa influência através da hipótese do modelo de partículas. A aula foi estruturada objetivando a compreensão dos conceitos através de uma reflexão amparada sobre dois experimentos práticos. Registramos o comparecimento de 15 alunos (83% dos estudantes matriculados na turma).

RELATO DO PROFESSOR DA TURMA

Pouco antes do início da aula, enquanto nos dirigíamos para a sala, encontramos duas estudantes no corredor. Elas precisavam entregar alguns documentos à secretaria da escola e solicitaram encarecidamente para que esperássemos a volta delas antes de darmos início a aula. Concordamos em aguardá-las e ficamos satisfeitos com a demonstração de responsabilidade e principalmente com o interesse em nossas aulas (segundo suas palavras: “não queremos perder nada”).

Iniciamos a aula solicitando aos alunos que entregassem o diário e a questão de aplicação do conhecimento referentes a aula anterior. Antes de introduzirmos os questionamentos da sessão de *problematização inicial*, fizemos uma breve retomada das hipóteses propostas pelo modelo de partículas para o comportamento da matéria. Esta retomada se fez necessária porque as discussões dos experimentos estavam amparadas nesse modelo.

Finda a retomada, iniciamos a problematização inicial através do seguinte questionamento: *O que pode tornar uma reação química mais ou menos rápida? Será que podemos controlar a velocidade das reações?* A princípio as opiniões da estavam bastante divididas: alguns acreditavam que poderíamos controlar a velocidade de uma reação química, enquanto outros acreditavam que não seria possível. Quando questionamos se haveria algum fator específico capaz de aumentar ou diminuir a rapidez de uma reação, um dos estudantes argumentou que se houvesse a possibilidade de variar a temperatura seria possível controlar seu desenvolvimento. Os outros estudantes concordaram com a hipótese apresentada pelo colega e houve um consenso em relação à influência da temperatura na rapidez das reações. Perguntamos se além haveria outro fator capaz de influenciar na rapidez das reações, mas nenhuma outra hipótese foi levantada.

A etapa de problematização inicial durou aproximadamente 4 minutos e em seguida, pedimos aos alunos que se reunissem em equipes para a realização de dois experimentos relativos a sessão de *organização do conhecimento*. Foram formadas três equipes e cada uma delas realizou simultaneamente os dois experimentos.

O primeiro experimento investigava a influência da temperatura na rapidez das reações através da introdução de pedaços de comprimido efervescente em copos com água fria, quente e à temperatura ambiente. O segundo experimento foi realizado através da inserção de dois pedaços similares de um comprimido efervescente em

copos com água. Um dos pedaços foi triturado e o outro foi colocado inteiro em dois copos com água a temperatura ambiente. Este experimento investigava a influência da superfície de contato na rapidez das reações.

Assim como nas aulas anteriores em que houve a realização de experimentos práticos, notamos um grande envolvimento dos alunos nas atividades propostas. Eles participaram ativamente da execução e da discussão dos experimentos. Convém ressaltar que durante a primeira prática os integrantes de uma das equipes demonstravam estar mais interessados em realizar os experimentos do que em discutir os fatos observados. Neste momento agimos chamando a atenção para a importância da análise dos resultados com os colegas da equipe, retomando o eixo condutor da aula.

Em geral, os estudantes não apresentaram dificuldades em associar o aumento da temperatura e da superfície de contato com o aumento da velocidade de dissolução do comprimido, mas houve a necessidade de nossa intervenção para auxiliá-los a relacionar as observações com o modelo de partículas.

Com o término da análise dos experimentos e discussões nas equipes, reunimos a turma em grande grupo buscando superar algumas lacunas no entendimento do modelo proposto. Durante o debate no grande grupo retomamos os questionamentos iniciais e salientamos o aspecto da influência da superfície de contato na rapidez das reações, visto que este fator foi o que apresentou maior dificuldade para correlação da situação observada no segundo experimento e as hipóteses do modelo de partículas.

A etapa de organização do conhecimento durou aproximadamente 38 minutos e seguindo o planejamento proposto em nosso plano de aula, solicitamos aos alunos que respondessem a pergunta relativa à sessão de *aplicação do conhecimento*.

A etapa de organização do conhecimento durou aproximadamente 38 minutos e para a *aplicação do conhecimento* solicitamos aos alunos que respondessem individualmente uma questão que pretendia relacionar a influência da temperatura na velocidade das reações e sua aplicação em nossa vida cotidiana. Perguntamos a razão pela qual os alimentos se conservam por mais tempo quando guardados na geladeira do que quando armazenados à temperatura ambiente. Esta etapa durou aproximadamente 5 minutos e a aula terminou pouco após a entrega da atividade resolvida pelos alunos. Os alunos não apresentaram dificuldades para relacionar o decréscimo da temperatura com a diminuição das reações de decomposição dos alimentos.

Acreditamos que a aula atingiu seus objetivos e que as atividades práticas cumpriram a dupla função de suscitar reflexão sobre os fenômenos observados, bem como auxiliar no entendimento dos conceitos desenvolvidos a partir destes experimentos.

DIÁRIO DE AULA 13– 11/11/2013

A décima terceira aula da unidade didática teve como objetivo compreender a influência da concentração dos reagentes e dos catalisadores na rapidez das reações e explicar essa influência através da hipótese do modelo de partículas. A aula foi estruturada objetivando a compreensão dos conceitos através de uma reflexão

amparada sobre dois experimentos práticos. Registramos o comparecimento de 14 alunos (78% dos estudantes matriculados na turma).

RELATO DO PROFESSOR DA TURMA

Iniciamos a aula retomando a análise dos dois experimentos realizados na aula anterior (influência da temperatura e da superfície de contato na rapidez das reações) como estratégia para a introdução dos questionamentos relativos à sessão de *problematização inicial*. Nesta etapa perguntamos se haveriam outros fatores capazes de aumentar a rapidez de uma reação, além daqueles apontados na aula anterior. Os estudantes não apresentaram nenhuma hipótese e a problematização inicial encerrou-se em aproximadamente 4 minutos.

Para a *organização do conhecimento* solicitamos aos alunos que se reunissem em três equipes para a realização dos dois experimentos previstos e resolução das atividades propostas no roteiro do estudante.

O primeiro experimento foi planejado para investigar a influência da concentração dos reagentes na rapidez das reações. Nesta prática foi solicitado as equipes que analisassem o tempo de deposição em duas soluções de sulfato de cobre, uma concentrada e outra diluída. No segundo experimento, foi analisado o tempo de decomposição da água oxigenada em pedaços de batata, um cru e o outro cozido.

Em relação ao primeiro experimento, percebemos que os estudantes estavam bastante motivados para a condução da atividade. Eles se mostraram particularmente interessados na manipulação dos equipamentos e das vidrarias (em especial no uso da pipeta volumétrica e da pera de sucção) para a preparação das soluções iniciais. Quanto a análise dos resultados do experimento, os estudantes não apresentaram dificuldades para associar a maior rapidez da deposição com o incremento da concentração. No entanto, o fator que mais causou lhes causou estranheza foi a diferença de densidade entre as soluções, evidenciada pelo fato de que em uma delas (a solução mais diluída) a palha de aço flutuava, enquanto na outra (a solução mais concentrada) ela se apresentava no fundo do tubo de ensaio.

Com relação ao segundo experimento, os estudantes apresentaram dificuldades para representar a reação de decomposição da água oxigenada e foi necessária nossa intervenção. Quanto a realização da prática, os integrantes das equipes associaram a rapidez da reação na batata crua com a presença de maior quantidade de água nela e novamente foi preciso intervir para esclarecer que se tratava da influência de outra substância. Salientamos que na batata crua existiam enzimas que agiam como catalisadores para a reação de decomposição e que durante o processo de cozimento havia a quebra (desnaturação) destas enzimas.

Após as discussões nas equipes, organizamos o grande grupo para retomarmos as questões iniciais e ampliarmos o debate com toda a turma. Neste momento analisamos as representações das reações relativas aos dois experimentos e retomamos a análise da influência da temperatura, da superfície de contato, da concentração dos reagentes e dos catalisadores na rapidez das reações. Os estudantes demonstraram curiosidade em relação ao princípio de ação dos catalisadores e (apesar de não ser nosso intuito inicial) adiantamos que este assunto seria abordado de maneira mais aprofundada em um próximo encontro.

A etapa de organização do conhecimento durou aproximadamente 40 minutos e para a *aplicação do conhecimento* solicitamos aos estudantes que respondessem individualmente uma questão que relacionava a influência da concentração dos reagentes na rapidez das reações. Questionamos o motivo pelo qual abanamos a churrasqueira para aumentar a chama. Esta etapa durou aproximadamente 6 minutos e os estudantes conseguiram finalizar a atividade alguns poucos instantes depois do término da aula.

A aula cumpriu seus objetivos e acreditamos que as atividades práticas auxiliaram no entendimento das situações propostas. Ressaltamos que durante o debate das questões nas equipes e no grande grupo houve disposição dos estudantes em participar, expondo suas ideias e hipóteses.

DIÁRIO DE AULA 14 – 14/11/2013

A décima quarta aula da unidade didática intitulada *Catalisadores*, teve como objetivo analisar o princípio de ação dos catalisadores e sua influência na rapidez das reações. A aula foi programada para utilizar um texto de apoio (indicado na proposta didática) que sintetizava as principais características dos catalisadores e sua importância para vários processos industriais. Nesta aula registramos o comparecimento de 14 alunos (78 % dos estudantes matriculados na turma).

RELATO DO PROFESSOR DA TURMA

Logo após nossa entrada em sala um dos estudantes perguntou se haveriam experimentos nesta aula. Esclarecemos que não haviam atividades práticas propostas para este momento e houve um lamento generalizado. Procuramos motivar os estudantes argumentando que continuaríamos nossa análise dos experimentos e que esta análise seria tão interessante quanto os próprios experimentos.

Como prometido, iniciamos nosso estudo retomando a análise dos experimentos realizados na aula anterior, procurando destacar as correlações dos fatos observados com as hipóteses do modelo de partículas e em especial, salientando a influência do catalisador no desenrolar do segundo experimento.

Nosso objetivo com esta breve retomada foi, além de revisar os conceitos estudados anteriormente, introduzir a pergunta relativa à sessão de *problematização inicial* prevista para esta aula.

Deste modo, perguntamos aos estudantes qual era o mecanismo de funcionamento dos catalisadores, como eles influenciavam na rapidez de uma reação? Inicialmente não houve hipótese alguma e após insistirmos no questionamento, um estudante sugeriu que os catalisadores influenciavam na temperatura das reações e com isso aumentavam sua rapidez. Muito embora estivesse enganado em sua suposição, ficamos satisfeitos com o fato do estudante ter associado o aumento da temperatura com o aumento de velocidade de uma reação, um assunto analisado em aulas anteriores.

Como não foram apresentadas outras hipóteses, a etapa de problematização inicial durou aproximadamente 4 minutos. Logo em seguida, pedimos aos alunos que se organizassem em duplas para a leitura do texto de apoio e resolução das questões propostas no roteiro do estudante relativas à *organização do conhecimento*.

Notamos que houve uma resistência inicial a leitura do texto e foi necessária nossa intervenção nas equipes para motivar os integrantes a realizar a leitura e resolução das atividades. Com o decorrer da aula os estudantes demonstraram maior interesse no tema e houve vários questionamentos nas equipes sobre a utilidade dos catalisadores, suas características e fontes. Dois estudantes demonstraram especial interesse no seu princípio de funcionamento, pois haviam tido contato com tipos específicos de catalisadores em seus locais de trabalho (uma fábrica de papel e uma indústria produtora de resinas).

Após as discussões nas equipes, organizamos o grande grupo para retomarmos o questionamento inicial e analisar outros aspectos do funcionamento dos catalisadores. Neste momento houve enfoque na seletividade e na análise gráfica da diminuição da energia de ativação das reações sob a ação dos catalisadores.

A etapa de organização do conhecimento durou aproximadamente 35 minutos e a *aplicação do conhecimento* foi realizada através da retomada do questionamento inicial e de discussões orientadas pelo professor no intuito de compreender o modo como os catalisadores interferem na rapidez das reações e suas aplicações.

Devido ao interesse demonstrado pelos estudantes durante as discussões, acreditamos que a aula cumpriu seus objetivos ao analisar as características dos catalisadores e ressaltar sua utilidade em diversos processos químicos.

APÊNDICE 4 – QUESTIONÁRIO FINAL

- 1) Qual sua opinião sobre a dinâmica das aulas neste trimestre? Houve alguma diferença em relação as aulas do primeiro semestre? Quais os pontos positivos e negativos desta metodologia?

- 2) Durante este trimestre nós estudamos o comportamento dos gases através das hipóteses do modelo de partículas. Como o modelo de partículas explica a difusão ou compressão de um gás? Qual a influência da temperatura no comportamento dos gases? O que representa a pressão de um gás?

- 3) Você acredita que seja importante estudar a temática da Qualidade do Ar Interior? Como a compreensão dos agentes e perigos da poluição interior pode auxiliar no seu dia a dia? Existe alguma utilidade prática para os assuntos relativos ao tema? Justifique sua resposta.

- 4) A visão tradicional da ciência a encara como expressão da verdade. Segundo esta visão, a ciência é neutra e validada por um método infalível: o método científico. Você acredita que a ciência seja mesmo neutra? Será que o método científico é mesmo infalível? Quando algum cientista desenvolve uma pesquisa ele está apenas interessado em melhorar a vida das pessoas? A ciência é a expressão da verdade? A sociedade não interfere nos caminhos da ciência? Justifique sua resposta.

- 5) Você acredita que as aulas deste trimestre ajudaram a ver a Química de um outro modo? As aulas modificaram sua maneira de encarar as matérias científicas? Por que?

- 6) As aulas deste trimestre ajudaram a compreender a utilidade dos equipamentos de climatização e purificação de ar? Você se acha capaz de auxiliar seus pais a comprar um destes equipamentos? Por que? Justifique sua resposta.

- 7) Você acredita que é importante discutir a influência da tecnologia na sociedade atual? Por que? Nós podemos ajudar a decidir os caminhos da tecnologia ou ela segue seus próprios caminhos independente de nossa opinião? Justifique sua resposta.

- 8) Discutir o impacto da tecnologia em nossa vida significa apenas discutir os equipamentos tecnológicos? Afinal, o que é tecnologia?

APÊNDICE 5 – QUESTIONÁRIO AVALIATIVO

Contamos com sua ajuda para avaliar o desenvolvimento da temática “Qualidade do Ar Interior”. Para sabermos suas impressões sobre o desenvolvimento da proposta didática e sobre sua participação nesse processo (você não precisa se identificar), gostaríamos que respondesse as seguintes questões:

- 1) Cada uma das aulas que tivemos neste trimestre seguiu uma determinada ordem. Qual sua opinião sobre o modo como se desenvolveram as aulas? Houve alguma diferença em relação as outras aulas de química? Quais os pontos positivos e negativos desta metodologia?
- 2) Em relação a proposta didática como um todo, como você avalia o desenvolvimento da temática depois das 14 aulas?
- 3) Destaque dois aspectos que você considera positivos (se houver) sobre o desenvolvimento da proposta didática.
- 4) No seu entender, que aspectos deveriam ser modificados ou melhorados?
- 5) Durante a proposta didática você construiu diários relatando suas impressões sobre as aulas. Qual sua opinião sobre a utilização dos diários como instrumentos de avaliação?
- 6) Como você avalia sua aprendizagem em relação aos conhecimentos trabalhados?
- 7) Como você avalia sua participação nas aulas durante a proposta didática?
- 8) Em relação ao trabalho em equipe, como você avalia sua participação nas discussões/decisões do seu grupo? E a participação dos colegas de equipe, eles lhe ajudaram
- 9) Analisando sua participação e sua dedicação durante este trimestre, existe algo que você faria diferente se a proposta didática iniciasse novamente?

APÊNDICE 6 – PROPOSTA DIDÁTICA

O Estudo dos Gases, a Cinética Química e a Qualidade do Ar Interior

Uma proposta didática para a utilização do Enfoque CTS no Ensino Médio

PROPOSTA DIDÁTICA

Conteúdo Geral: ESTUDO DOS GASES E CINÉTICA QUÍMICA

Série (ano) do Ensino Médio: 2ª. SÉRIE

Número de aulas: 14 AULAS

Plano de Aula 1

- 1. Introdução:** Esta aula visa iniciar o estudo dos gases através da temática da Qualidade do Ar Interior (QAI). Neste primeiro momento haverá maior ênfase aos perigos associados a poluição do ar interior, seus principais agentes e as maneiras de prevenir ou minimizar os efeitos indesejados desses poluentes.
- 2. Conteúdo Específico:** Estudo dos Gases.
- 3. Duração:** 50 min.
- 4. Objetivos:** Conhecer os principais poluentes encontrados em ambientes interiores, bem como possibilitar a discussão de maneiras para se evitar ou minimizar os efeitos nocivos da poluição do ar interior e seu impacto na saúde dos ocupantes desses locais.
- 5. Conteúdos privilegiados:** Doenças e poluentes relacionados a QAI.
- 6. Orientação didática:** Para oportunizar o entendimento do estudo dos gases através da temática da QAI utilizaremos como estratégia didática os Três Momentos Pedagógicos (3MP). Os 3MP propõem o estabelecimento de uma dinâmica dialógica em sala de aula entre o professor e os alunos objetivando a construção/reconstrução do conhecimento. Caracterizam-se por três etapas: problematização inicial, organização e aplicação do conhecimento. Nesta aula os 3MP estarão divididos da seguinte maneira:

- a) Problematização inicial:** a aula se iniciará através da introdução de alguns questionamentos: 1- *Quando se fala em poluição do ar, qual a primeira ideia que lhes vêm à cabeça?* 2- *Vocês acham que é possível que o ar dentro de casa se torne poluído?* 3- *Vocês já ouviram falar em poluição do ar interior?* 4- *Vocês conhecem alguma substância que pode contaminar o ar interior?* 5- *De onde vem os poluentes do ar interior?* 6- *Como podemos controlar a poluição do ar interior?* Os alunos serão instigados a emitir suas opiniões a respeito do assunto e haverá uma breve discussão com o objetivo de levantar dúvidas em relação à qualidade do ar que respiramos em ambientes fechados.
- b) Organização do conhecimento:** os alunos, reunidos em duplas, realizarão a leitura do texto de apoio presente no roteiro do estudante e através da mediação do professor, construirão suas respostas relativas à sessão “*Questões para análise e reflexão*”. Ao término das discussões e respectivas conclusões das equipes, será organizado um grande grupo para socializar as respostas dos estudantes e analisar o tema.

- c) Aplicação do conhecimento:** a aplicação do conhecimento se dará a partir da retomada das questões propostas na problematização inicial e através de uma atividade proposta pelo ENEM no ano de 2003 (adaptada), que propõe uma reflexão sobre os perigos de gases associados a poluição interior e que podem ser produzidos pela manipulação incorreta dos produtos de limpeza.

ATIVIDADE PROPOSTA: *Produtos de limpeza, indevidamente guardados ou manipulados, estão entre as principais causas de acidentes domésticos. Leia o relato de uma pessoa que perdeu o olfato por ter misturado água sanitária, amoníaco e sabão em pó para limpar um banheiro:*

A mistura ferveu e começou a sair uma fumaça asfixiante. Não conseguia respirar e meus olhos, nariz e garganta começaram a arder de maneira insuportável. Saí correndo à procura de uma janela aberta para poder voltar a respirar.

Assinale a alternativa que apresenta como o trecho destacado poderia ser reescrito, em linguagem científica, justificando sua escolha:

- a) *As substâncias químicas presentes nos produtos de limpeza evaporaram.*
- b) *Com a mistura química, houve produção de uma solução aquosa asfixiante.*
- c) *As substâncias sofreram transformações pelo contato com o oxigênio do ar.*

- d) *Com a mistura, houve transformação química que produziu rapidamente gases tóxicos.*
- e) *Com a mistura, houve transformação química, evidenciada pela dissolução de um sólido.*

Assinale qual dentre os procedimentos recomendados para reduzir acidentes com produtos de limpeza deixou de ser cumprido, na situação discutida na questão anterior, justificando sua escolha.

- a) *Não armazene produtos em embalagens de natureza e finalidade diferentes das originais.*
- b) *Leia atentamente os rótulos e evite fazer misturas cujos resultados sejam desconhecidos.*
- c) *Não armazene produtos de limpeza e substâncias químicas em locais próximos a alimentos.*
- d) *Verifique, nos rótulos das embalagens originais, todas as instruções para os primeiros socorros.*
- e) *Mantenha os produtos de limpeza em locais absolutamente seguros, fora do alcance de crianças.*

7. Recursos didáticos: Roteiro do estudante; Texto: “Qualidade do Ar Interior”.

8. Avaliação: A avaliação será realizada através da análise da participação dos alunos durante a aula, das atividades propostas no roteiro do estudante e dos diários de bordo. Os diários de bordo são relatos produzidos pelos alunos descrevendo cada uma das aulas. Estes diários devem ser entregues na aula subsequente.

9. Referências:

CAMPOS, C.; SANTOS, P. **Factores que determinam a qualidade do ar interior**. A. Ramalhão Consultoria, Porto, Portugal. Disponível em: <http://www.aramalhao.com/img_upload/Factores_que_determinam_a_qualidade_do_ar_interior_Comunicacao.pdf>. Acesso em 15 jun.2013.

COSTA, J.M.S. **Qualidade do Ar Interior e Conforto Térmico**: um estudo em espaços de estacionamento em Natal/RN com tipologias arquitetônicas diferenciadas. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências**: Fundamentos e Métodos. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

EPA – U.S. Environmental Protection Agency, 2013. **Publications and Resources**. Washington, DC. Disponível em: <<http://www.epa.gov/iaq/pubs/index.html>> . Acesso em 12.jul.2013.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Assistência à Saúde. Instituto Nacional de Câncer - INCA, **Tabagismo: um grave problema de saúde pública**. Rio de

Janeiro: INCA, 2007. Disponível em: <http://www1.inca.gov.br/inca/Arquivos/t_Tabagismo.pdf>. Acesso em 03.set.2013.

SANTOS, J.C. **Avaliação da Qualidade do Ar em Jardins-de-Infância**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Portugal, 2010.

VERDELHOS, V.M.M. **Caracterização da Qualidade do Ar Interior em Espaços Públicos com Permissão de Fumar**. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente na Especialidade de Tecnologia e Gestão do Ambiente) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Portugal, 2011.

ROTEIRO DO ESTUDANTE: AULA 01

Texto: Qualidade do Ar Interior

A garantia de um ar interior saudável é reconhecida como um direito básico. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a qualidade do ar que respiramos no interior dos edifícios é um fator determinante da saúde e bem-estar.

A poluição do ar exterior foi alvo de vários estudos epidemiológicos que tentaram correlacionar as doenças respiratórias e outras patologias com os poluentes presentes na atmosfera. Contudo, grande parte da investigação desenvolvida atualmente, no âmbito da qualidade do ar, tem procurado identificar os poluentes existentes no interior de edifícios, as suas fontes e os efeitos na saúde. Foi a partir da década de setenta, como consequência da crise energética, que se procurou conservar a maior quantidade de energia, melhorando o isolamento e reduzindo a ventilação nos edifícios. Esta situação originou um aumento do risco da exposição aos contaminantes interiores, emitidos pelos materiais de construção e por todos os elementos presentes nos espaços. Estudos desenvolvidos pela U.S. Environmental Protection Agency (EPA), indicam que os níveis de poluentes no interior de edifícios podem ser duas a cinco vezes – e, ocasionalmente, mais de 100 vezes - superiores aos níveis exteriores. Estes níveis de contaminação revestem-se de especial importância, quando se tem em consideração que a sociedade moderna passa grande parte da sua vida em ambientes fechados, cerca de 80-90% do seu tempo. As causas da poluição do ar interior são uma combinação de fatores físicos, químicos e biológicos, estando também relacionadas com a adequação da ventilação. Nos últimos anos, o número de queixas relacionadas com a Qualidade do Ar Interior (QAI) tem aumentado, contribuindo para isso diversos fatores como o aumento da densidade de edifícios, o crescente uso de materiais sintéticos, as medidas de conservação de energia e a poluição do ar exterior.

A natureza evidente da poluição do ar externo, nos aspectos visuais e sensoriais, pode ser contrastada com a característica um tanto quanto invisível da poluição nos ambientes internos. Este pode ser um fator que influencia o julgamento das pessoas quanto à qualidade do ar interior (QAI) e os seus efeitos à saúde.

A OMS contabilizou a contribuição de vários fatores de risco para o desenvolvimento de doenças e determinou que a poluição do ar interior é o 8º fator de risco mais importante, sendo responsável por 2,7% do conjunto de casos de doenças no Mundo (OMS, 2010). Também a EPA (através do Science Advisory Board (SAB)) classificou a poluição do ar interior entre os cinco principais riscos ambientais para a saúde.

PERIGOS EM NOSSA CASA

Segundo a EPA as principais fontes de contaminação do ar interior nas residências são as poeiras (encontradas nos travesseiros, móveis, carpetes, pelúcias, tapetes, cobertores e roupas de cama), mofo (encontrados nos banheiros e locais úmidos da casa), monóxido de carbono (emitido por lareiras ou fogões), fumaça de cigarro, COVs (provenientes do armazenamento de produtos de limpeza nos armários), pesticidas (normalmente utilizados para evitar insetos dentro de casa) e emissões de radônio nos porões (o radônio é um gás tóxico que pode entrar nas casas através de aberturas ou rachaduras no subsolo das residências).

A contaminação do ar interior pode ter origem tanto no interior do próprio edifício como no exterior. Algumas fontes de poluição do ar interior incluem, para além do ar exterior, o organismo humano, a sobre-ocupação do local, deficiências no sistema de ventilação, o fumo de tabaco, a emissão de fibras a partir de materiais de construção (amianto, lã de vidro), mobiliário, a utilização de plásticos e produtos sintéticos (tintas e vernizes), a presença de carpetes, cortinas, fotocopiadoras, impressoras e computadores. Diversos compostos orgânicos voláteis, como o formaldeído, também contribuem para a contaminação do ar interior, podendo ser liberados durante a utilização e armazenamento de produtos de limpeza. Alguns dos poluentes do ar interior são apresentados a seguir (Quadro 1), onde também são indicadas suas principais fontes e efeitos na saúde.

Quadro 1: Principais poluentes do ar interno, suas fontes e efeitos na saúde.

Poluente: CO (Monóxido de Carbono)	
Principais fontes	Efeitos na saúde
Queima de combustíveis, aquecedores, fornos, fogões, aquecedores a gás ou a querosene, fumo de tabaco, escapamentos de veículos.	Carboxihemoglobina (impede a captação de oxigênio), Dores de cabeça; Náuseas; Cansaço; Efeitos no sistema nervoso central e do sistema cardiovascular.
Poluente: CO₂ (Dióxido de Carbono)	
Principais fontes	Efeitos na saúde
Ocupantes (suor/transpiração, respiração, digestão) e fumo de tabaco.	Efeitos no sistema nervoso central e do sistema cardiovascular; Dores de cabeça; Irritação nos olhos e garganta; Fadiga; Falta de ar.
Poluente: H₂CO (Formaldeído)	
Principais fontes	Efeitos na saúde
Materiais de isolamento, móveis, madeira compensada, solventes, colas, pesticidas, desinfetantes, fumo de tabaco, adesivos.	Irritação nos olhos, nariz, garganta e pele; Problemas respiratórios, Dores de cabeça, Enjôos; Fadiga.
Poluente: COVs (Compostos Orgânicos Voláteis)	
Principais fontes	Efeitos na saúde
Colas, vernizes, tintas, solventes, materiais de construção, perfumes, produtos de limpeza, pesticidas, inseticidas, fumo de tabaco.	Odores; Sintomas de alergia; Náuseas; Leucemia; Câncer de pele e pulmão; Olhos vermelhos; Secura das mucosas e do nariz e garganta; Dores de cabeça; Fadiga; Vertigens.
Poluente: O₃ (Ozônio)	
Principais fontes	Efeitos na saúde
Fotocopiadoras, impressoras a laser, aparelhos de limpeza, reações fotoquímicas, desinfetante de água.	Problemas respiratórios; Irritação nos olhos; Dores de cabeça; Sonolência; Edema pulmonar; Reação asmática e alérgica; Secura da boca e garganta; Pressão no peito e Tosse.
Poluente: Material Particulado	
Principais fontes	Efeitos na saúde
Processos de queima, re-suspensão, sistema de ventilação e ar condicionado, ocupantes.	Problemas respiratórios; Olhos secos; Alergia e Asma; Irritação da pele e mucosas; Tosse e Espirros.
Poluente: Radônio (Rn)	
Principais fontes	Efeitos na saúde
Solo, materiais de construção.	Aumenta o risco de câncer de pulmão.

Poluente: Bactérias, fungos, legionella	
Principais fontes	Efeitos na saúde
Sistemas de ventilação e ar condicionado; pólen, zonas úmidas do edifício, pêlos, penas e excrementos de insetos, ocupantes (bactérias), água estagnada (legionella e fungos).	Alergias (rinite, sinusite, asma); Infecções (tuberculose, pneumonia); Irritações nos olhos, nariz, garganta e pele; Dores de cabeça; Febre; Fadiga e dores musculares; Doença do legionário.
Poluente: NO₂ (Dióxido de Nitrogênio)	
Principais fontes	Efeitos na saúde
Processos de combustão, aquecedores e fumo de tabaco.	Problemas respiratórios; Irritação nos olhos e garganta; Tosse e cansaço; Bronquite crônica.
Poluente: Benzeno	
Principais fontes	Efeitos na saúde
Produtos derivados da madeira, tabaco.	Câncer.
Poluente: Naftaleno	
Principais fontes	Efeitos na saúde
Fumo de tabaco, naftalina.	Irritação nos olhos e do sistema respiratório.

Adaptado de Campos e Santos, 2010.

Embora seja mais eficaz prevenir os problemas de QAI (utilização de produtos, materiais e equipamentos pouco poluentes, localização correta das entradas de ar nos edifícios, proibição de fumar nos espaços interiores, correto dimensionamento dos sistemas de climatização) do que resolvê-los, muitas situações requerem simples soluções, como por exemplo, alterações nos hábitos dos ocupantes, substituição de alguns materiais utilizados na decoração ou de produtos utilizados na limpeza, ou um ajustamento das taxas de ventilação dos espaços interiores.

FONTES: 1- CAMPOS, C.; SANTOS, P. Factores que determinam a qualidade do ar interior. A. Ramalhão Consultoria, Porto, Portugal. 2- EPA – U.S. Environmental Protection Agency, 2013. Publications and Resources. Washington, DC. 3- SANTOS, J.C.. Avaliação da Qualidade do Ar em Jardins-de-Infância. Dissertação de mestrado. Faculdade de Engenharia: Universidade do Porto, Portugal, 2010. 4- VERDELHOS, V.M.M. Caracterização da Qualidade do Ar Interior em Espaços Públicos com Permissão de Fumar. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências e Tecnologia: Universidade de Coimbra, Portugal, 2011.

QUESTÕES PARA ANÁLISE E REFLEXÃO:

- 1) Segundo o texto, “A contaminação do ar interior pode ter origem tanto no interior do próprio edifício como no exterior.” Além do ar exterior, quais são as principais fontes da poluição do ar em ambientes internos?
- 2) Você se interessou muito pela temática da QAI durante as aulas de química e resolveu que iria estudar Medicina para auxiliar no tratamento e combate as doenças relacionadas com a poluição do ar interior. Para ajudá-lo em seus estudos você organizou uma lista de sintomas em pacientes imaginários e resolveu associá-los com os poluentes e suas fontes. Utilizando este raciocínio, complete a tabela:

Paciente	Sintomas	Poluente(s)	Fontes
A	<i>Problemas respiratórios, dores de cabeça, fadiga, vertigens, olhos vermelhos, odores.</i>		
B	<i>Problemas respiratórios, olhos secos, irritação de pele e mucosas, tosse.</i>		
C	<i>Irritação nos olhos e garganta, cansaço, tosse, bronquite crônica.</i>		

PROPOSTA DIDÁTICA

Conteúdo Geral: ESTUDO DOS GASES E CINÉTICA QUÍMICA

Série (ano) do Ensino Médio: 2ª. SÉRIE

Número de aulas: 14 AULAS

Plano de Aula 2

1. **Introdução:** Na aula anterior abordamos questões referentes à poluição interior e conhecemos algumas fontes de substâncias presentes nos ambientes internos que podem causar problemas de saúde através da contaminação. Grande parte dos poluentes do ar interior se encontram no estado gasoso. A capacidade de difusão dos gases dificulta o controle de seu deslocamento. Para entender *porque é tão difícil controlar o deslocamento de uma substância no estado gasoso*, realizaremos uma atividade e um experimento, ambos relacionados a essa problemática.
2. **Conteúdo Específico:** Estudo dos Gases.
3. **Duração:** 50 min.
4. **Objetivos:** Caracterizar o princípio da difusão gasosa e das diferentes velocidades de deslocamento dos gases através do modelo de partículas.
5. **Conteúdos privilegiados:** Difusão gasosa e o modelo de partículas.
6. **Orientação didática:** Para oportunizar o entendimento da difusão gasosa através do modelo de partículas utilizaremos os Três Momentos Pedagógicos (3MP). Os 3MP propõem o estabelecimento de uma dinâmica dialógica em sala de aula entre o professor e os alunos objetivando a construção/reconstrução do conhecimento. Caracterizam-se por três etapas: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Nesta aula os 3MP estarão divididos da seguinte maneira:
 - a) **Problematização inicial:** a aula se iniciará com o professor deixando alguns frascos de perfume abertos ao redor da sala. O professor não deve alertar antecipadamente os alunos. Quando os alunos perceberem o odor diferenciado haverá a introdução de alguns questionamentos por parte do professor: 1- *Por que ao abrir este frasco é possível sentir o cheiro do perfume em toda a sala? O que acontece com o perfume quando o frasco é aberto? Como poderíamos explicar o fato do cheiro se espalhar por toda a sala?* 2- *Em um mesmo ambiente, vocês acham que os gases se movimentam sempre na mesma*

velocidade ou existem gases que se deslocam mais rápidos que outros? 3- Como esta característica dos gases se relaciona com a poluição interior? Os alunos serão instigados a emitir suas opiniões a respeito do assunto e o professor apresentará as experiências práticas para análise.

b) Organização do conhecimento: para a organização do conhecimento são propostos uma atividade e um experimento:

1º. Atividade: Nesta atividade, realizada no início da aula e descrita acima, o professor deixou alguns frascos de perfume abertos ao redor da sala. Após os questionamentos realizados e o registro das opiniões, os alunos (individualmente) deverão propor um modelo para explicar a difusão do gás pela sala de aula. Este modelo deverá ser descrito através de um desenho representando a substância, inicialmente dentro do frasco e depois espalhando-se pela sala de aula. Após a reunião dos alunos em equipes, os integrantes devem selecionar um modelo consensual para ser representado no roteiro do estudante.

1º. Experimento: Neste experimento, os alunos reunidos em equipes e auxiliados pelo professor, irão investigar a velocidade de deslocamento de dois gases, o ácido clorídrico (HCl) e a amônia (NH₃). A experiência será realizada através da inserção de dois chumaços de algodão embebidos com as substâncias e colocados individualmente nas extremidades opostas de um tubo de vidro. Alguns segundos depois haverá a formação de um anel gasoso dentro do tubo e mais distante da extremidade embebida com amônia. Após a realização do experimento, os alunos reunidos em suas equipes realizarão a análise da prática respondendo aos questionamentos propostos no roteiro do estudante.

Ao término das discussões e respectivas conclusões das equipes, será organizado um grande grupo para socializar as respostas dos estudantes e analisar os experimentos. Neste momento o professor deve relacionar o comportamento dos gases com a qualidade do ar interior e caracterizar o modelo de partículas, corrigindo eventuais lacunas na representação dos desenhos referentes a 1º. Atividade. Em relação ao 1º Experimento, o professor deve salientar que podem existir outros fatores, além da massa molecular, responsáveis por alterar a velocidade de difusão dos gases.

c) Aplicação do conhecimento: a aplicação do conhecimento se dará através de uma atividade que se destina a abordar a difusão gasosa através de um viés diferente daquele normalmente abordado. Em geral os estudantes têm a falsa impressão de que o odor e a substância são coisas distintas. **ATIVIDADE**

PROPOSTA: *No início da aula vocês sentiram o cheiro do perfume pouco tempo depois do vidro ter sido aberto. Da mesma forma, quando deixamos o gás de cozinha vazando, sentimos o cheiro, que nos alerta do perigo. Nas duas situações descritas acima, quando sentimos um cheiro significa que o gás já se difundiu pelo ambiente ou o odor e o gás são coisas distintas?*

- 7. Recursos didáticos:** Roteiro do estudante; Atividade e Experimento realizados em sala.
- 8. Materiais:** a) Primeira atividade: Frasco com perfume; b) Primeiro experimento: tubo de vidro, algodão, ácido clorídrico, amônia, suporte para o tubo de vidro.
- 9. Avaliação:** A avaliação será realizada através da análise da participação dos alunos durante a aula, das atividades propostas no roteiro do estudante e dos diários de bordo. Os diários de bordo são relatos produzidos pelos alunos descrevendo cada uma das aulas. Estes diários devem ser entregues na aula subsequente.
- 10. Referências:**
DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências:** Fundamentos e Métodos. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009.
MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. **Química:** ensino médio. São Paulo: Scipione, 2010.

ROTEIRO DO ESTUDANTE: AULA 02

1- QUESTIONAMENTO RELATIVO À 1º. ATIVIDADE:

Após a análise e discussão dos modelos propostos pelos integrantes da equipe, represente as moléculas do gás antes e depois do espalhamento pela sala de aula.

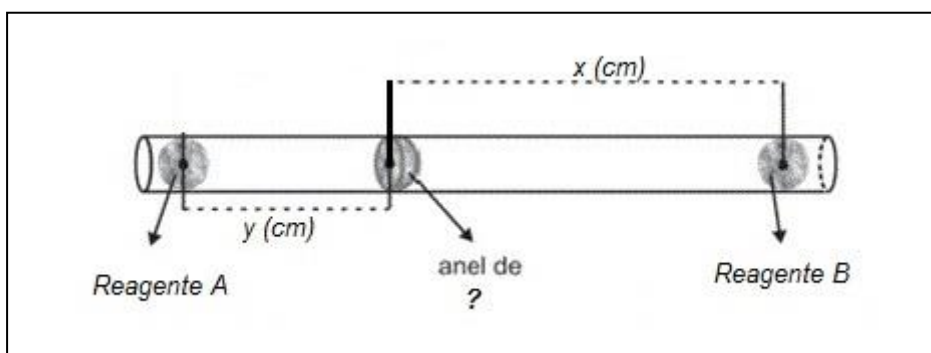


ANTES (no frasco)



DEPOIS (na sala)

2- QUESTIONAMENTO RELATIVO AO 1º. EXPERIMENTO:



As questões abaixo devem ser respondidas durante a realização do experimento:

- Após o chumaço de algodão ter sido embebido com amônia (NH_3) e com ácido clorídrico (HCl) e colocados nas extremidades do tubo de vidro, o que ocorreu dentro do tubo?
- Com uma régua meça a distância (em cm) entre cada uma das extremidades do tubo e a parte do tubo em que houve a formação de vapores brancos:
Extremidade NH_3 : _____ Extremidade HCl : _____
- Por que os vapores não se formaram no meio do tubo de vidro?
- Existe diferença na velocidade em que os vapores de NH_3 e HCl se difundiram a partir das extremidades do tubo? Por que isso ocorre?
- Você consegue explicar qual a substância formada dentro do tubo?
- Represente a reação química entre a amônia e o ácido clorídrico.

PROPOSTA DIDÁTICA

Conteúdo Geral: ESTUDO DOS GASES E CINÉTICA QUÍMICA

Série (ano) do Ensino Médio: 2ª. SÉRIE

Número de aulas: 14 AULAS

Plano de Aula 3

1. **Introdução:** Nesta aula construiremos um modelo para os materiais gasosos através do modelo de partículas. O estudo será norteado por algumas experiências práticas que visam caracterizar a Teoria Cinética dos Gases (TCG).
2. **Conteúdo Específico:** Estudo dos Gases.
3. **Duração:** 50 min.
4. **Objetivos:** Caracterizar a TCG através da ótica do modelo de partículas e compreender os efeitos da variação da temperatura, do volume e da pressão no comportamento dos gases.
5. **Conteúdos privilegiados:** Teoria cinética dos gases e o modelo de partículas.
6. **Orientação didática:** Para oportunizar o entendimento da TCG através do modelo de partículas utilizaremos os Três Momentos Pedagógicos (3MP). Os 3MP propõem o estabelecimento de uma dinâmica dialógica em sala de aula entre o professor e os alunos objetivando a construção/reconstrução do conhecimento. Caracterizam-se por três etapas: problematização inicial, organização e aplicação do conhecimento. Nesta aula os 3MP estarão divididos da seguinte maneira:
 - a) **Problematização inicial:** a aula se iniciará através da introdução do seguinte questionamento: *Uma das características dos gases é a sua capacidade de difusão. Sabemos que a massa molecular influencia na velocidade de difusão das substâncias gasosas. Quais outros fatores podem alterar o comportamento dos gases?* Os alunos serão instigados a emitir suas opiniões a respeito do assunto e o professor apresentará as experiências práticas para análise.
 - b) **Organização do conhecimento:** a organização do conhecimento se dará através da análise e discussão de alguns experimentos realizados em sala sob a orientação do professor:
 - 1º. **Experimento:** Neste experimento, os alunos irão comprimir o ar que está dentro de uma seringa, observando o sistema antes e depois da compressão.

Após a reunião dos alunos em equipes, os integrantes devem selecionar um modelo consensual para ser representado no roteiro do estudante. Este modelo será descrito através de um desenho representando o sistema inicial (antes da compressão) e final (depois da compressão).

2º. Experimento: Os alunos utilizarão para este experimento um sistema formado por um kitassato cheio de ar, fechado e conectado a uma seringa. Ao puxarem o êmbolo da seringa, será removida parte do ar contido no frasco. Após realizarem esse procedimento os alunos devem observar as alterações no sistema e propor, através de um desenho transcrito no roteiro do estudante, uma representação para o sistema inicial (antes de puxar o êmbolo) e final (após puxar o êmbolo).

3º. Experimento: Neste experimento, os alunos irão conectar um balão de látex à boca de um erlenmeyer. Em seguida, com o auxílio de uma garra de madeira, aquecerão o sistema com uma manta elétrica, observando as alterações antes e depois do aquecimento. Após realizarem esse procedimento, os alunos devem propor um modelo explicativo, a ser transcrito no roteiro do estudante, através de um desenho representando o sistema inicial (antes do aquecimento) e final (depois do aquecimento).

Ao término das discussões e respectivas conclusões das equipes em relação aos experimentos e às perguntas relacionadas no roteiro do estudante, será organizado um grande grupo para socializar as respostas dos estudantes e analisar os experimentos. Neste momento o professor deve caracterizar a TCG através do modelo de partículas, corrigindo eventuais lacunas na representação dos desenhos referentes aos experimentos e nas questões propostas.

c) Aplicação do conhecimento: a aplicação do conhecimento se dará através de um exercício que busca relacionar os efeitos da variação da pressão com uma situação comumente enfrentada em nosso cotidiano. **ATIVIDADE PROPOSTA:** *“A variação de pressão tem grande influência no comportamento dos gases. Porque ficamos com os ouvidos tapados quando descemos a Serra do Mar?”*

7. Recursos didáticos: Roteiro do estudante; Experimentos realizados em sala.

8. Materiais: a) Primeiro experimento: uma seringa descartável (sem agulha); b) Segundo experimento: um kitasato, uma seringa descartável (sem agulha), uma mangueira de látex para conectar a seringa ao kitasato; c) Terceiro experimento: um balão de látex (do tipo de aniversário), um erlenmeyer de 250 ml, uma manta elétrica, uma garra de madeira.

9. Avaliação: A avaliação será realizada através da análise da participação dos alunos durante a aula, das atividades propostas no roteiro do estudante e dos diários de bordo. Os diários de bordo são relatos produzidos pelos alunos descrevendo cada uma das aulas. Estes diários devem ser entregues na aula subsequente.

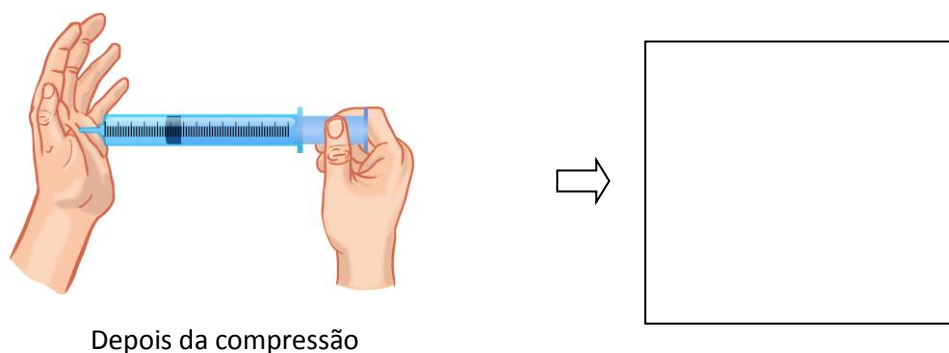
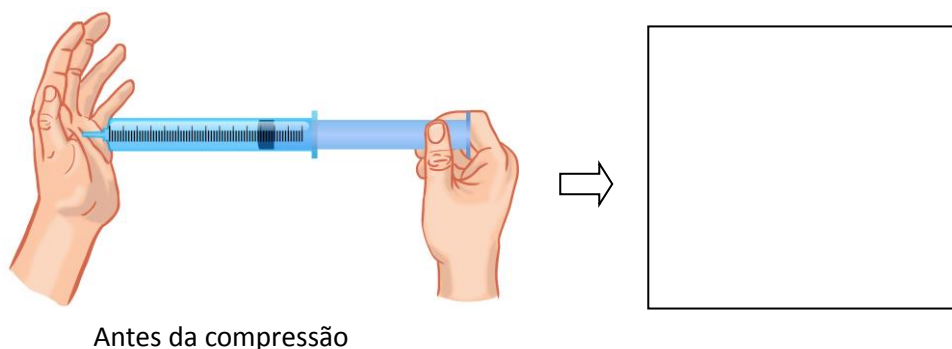
10. Referências:

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências:** Fundamentos e Métodos. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2009.
MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. **Química** – volume 1. São Paulo: Scipione, 2011.

ROTEIRO DO ESTUDANTE: AULA 03

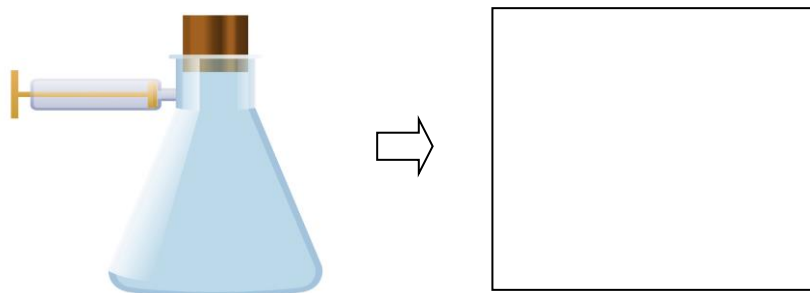
1. ATIVIDADE RELATIVA AO 1º. EXPERIMENTO: SERINGA COM AR

Utilizando uma seringa descartável (sem agulha) e com auxílio de um dos dedos para impedir a saída do ar, vocês devem comprimir o ar contido na seringa. Observem o sistema antes e depois da compressão. Após a análise e discussão do experimento, representem as moléculas do gás dentro da seringa antes e depois da compressão.

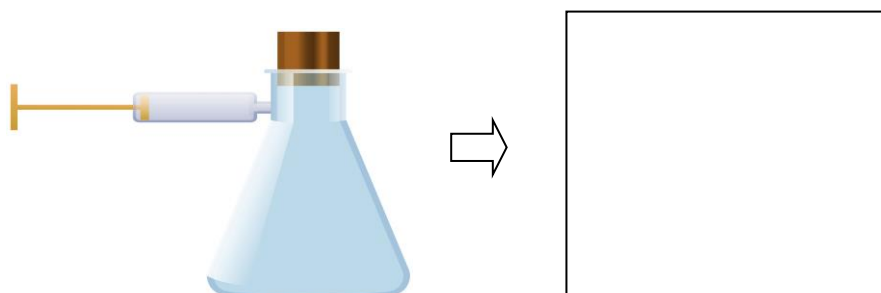


2. ATIVIDADE RELATIVA AO 2º. EXPERIMENTO: VÁCUO EM UM FRASCO

Utilizando um kitasato cheio e ar, bem fechado e conectado a uma grande seringa, simularemos uma bomba de vácuo. De posse do dispositivo, puxem o êmbolo da seringa removendo assim parte do ar contido no frasco. Obstruam o tubo de látex que liga a seringa ao frasco para obter vácuo parcial dentro do frasco. Se vocês puxarem o êmbolo lentamente, o processo ocorre quase sem variação de temperatura. Façam esse procedimento e soltem, de repente, a obstrução do tubo de látex. Observem o que ocorre com o êmbolo da seringa. Representem as moléculas do gás dentro do kitasato antes e depois de puxar a seringa.



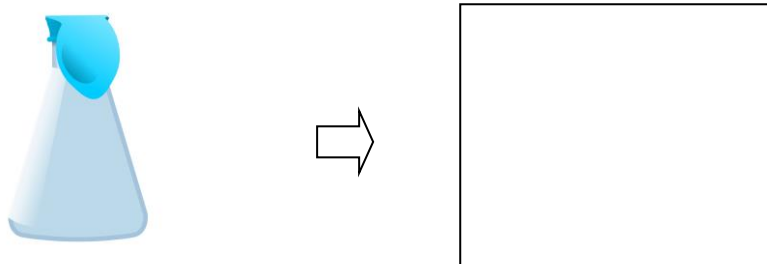
Antes de puxar o êmbolo



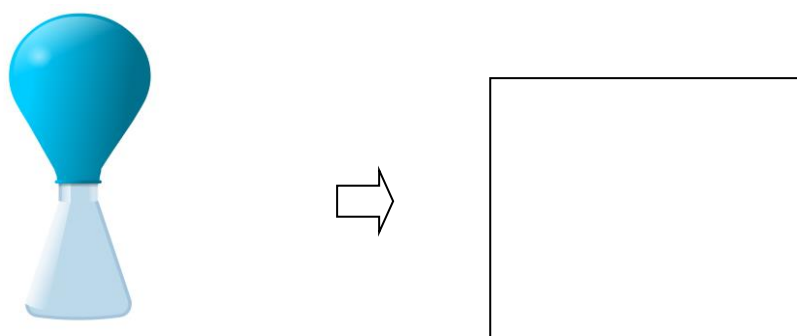
Depois de puxar o êmbolo

3. ATIVIDADE RELATIVA AO 3º. EXPERIMENTO: AQUECIMENTO DE UM ERLENMEYER CHEIO DE AR

Conectem um balão de látex à boca do erlenmeyer. Em seguida, com o auxílio de uma garra de madeira, segurem o erlenmeyer e aqueçam-no em uma manta elétrica. Representem as moléculas do gás dentro do sistema erlenmeyer-balão antes e depois do aquecimento.



Antes do aquecimento



Depois do aquecimento

4. QUESTÕES PARA ANÁLISE E REFLEXÃO SOBRE OS EXPERIMENTOS:

- a) Se vocês determinarem a massa do ar nos sistemas iniciais – dentro da seringa, do kitasato e do erlenmeyer com o balão – antes (m_1) e depois (m_2) da compressão, do vácuo e do aquecimento, em cada caso, m_1 será maior que m_2 , menor ou igual? Justifiquem a resposta em cada caso.
- b) Se vocês determinarem a densidade do ar nos sistemas iniciais – dentro da seringa, do kitasato e do erlenmeyer com o balão – antes (d_1) e depois (d_2) da compressão, do vácuo e do aquecimento, em cada caso, d_1 será maior que d_2 , menor ou igual? Justifiquem a resposta em cada caso, lembrando que a densidade é a relação entre massa e volume ($d=m/v$).
- c) A partir da análise realizada nos itens a e b, discuta com seus colegas de grupo sobre os modelos propostos nas atividades relativas aos experimentos (questões 1 a 3). Esses modelos devem explicar o fato de o ar comprimir-se sob pressão, poder ser retirado do kitasato e dilatar-se sob aquecimento. Refaçam os modelos se acharem necessário e descrevam as alterações realizadas, se houver alguma.

PROPOSTA DIDÁTICA

Conteúdo Geral: ESTUDO DOS GASES E CINÉTICA QUÍMICA

Série (ano) do Ensino Médio: 2ª. SÉRIE

Número de aulas: 14 AULAS

Plano de Aula 4

1. **Introdução:** Nesta aula ampliaremos nossa análise do modelo construído para os materiais gasosos através do modelo de partículas. O estudo será realizado através de uma sistematização dos pressupostos da Teoria Cinética dos Gases (TCG), enfocando as variáveis de estado dos gases e as transformações gasosas de uma massa fixa de gás.
2. **Conteúdo Específico:** Estudo dos Gases.
3. **Duração:** 50 min.
4. **Objetivos:** Compreender a TCG e relacionar as transformações gasosas com o modelo de partículas.
5. **Conteúdos privilegiados:** Teoria cinética dos gases, transformações gasosas e o modelo de partículas.
6. **Orientação didática:** Para oportunizar o entendimento da TCG através do modelo de partículas utilizaremos os Três Momentos Pedagógicos (3MP). Os 3MP propõem o estabelecimento de uma dinâmica dialógica em sala de aula entre o professor e os alunos objetivando a construção/reconstrução do conhecimento. Caracterizam-se por três etapas: problematização inicial, organização e aplicação do conhecimento. Nesta aula os 3MP estarão divididos da seguinte maneira:
 - a) **Problematização inicial:** a aula se iniciará através da introdução de alguns questionamentos: 1- *A hipótese de que um gás seja constituído de partículas muito pequenas que se movimentam no espaço vazio é um modelo interessante para explicar algumas propriedades dos gases. A partir desse modelo, como podemos explicar a compressão e a difusão dos gases? E a pressão exercida por um gás? E a influência da variação de temperatura no comportamento dos gases?* 2- *Normalmente, quando uma partícula qualquer se choca com outra, ela diminui sua velocidade. Por que as partículas que formam os gases não “param”, visto que se chocam constantemente?* 3- *Você sabe o que é uma transformação isotérmica? E uma isobárica ou isocórica?*

Como o modelo de partículas explica essas transformações? Os alunos serão instigados a emitir suas opiniões a respeito do assunto e o professor encaminhará os alunos para a leitura do texto de apoio e análise do roteiro do estudante.

- b) Organização do conhecimento:** os alunos, reunidos em duplas, realizarão a leitura do texto de apoio presente no roteiro do estudante e através da mediação do professor, construirão suas respostas relativas à sessão “*Questões para análise e reflexão*”. Ao término das discussões e respectivas conclusões das equipes, será organizado um grande grupo para socializar as respostas dos estudantes e analisar o tema.
- c) Aplicação do conhecimento:** a aplicação do conhecimento se dará através de uma atividade que visa ampliar o modelo de partículas, inicialmente desenvolvido para o estado gasoso, para outros dois estados da matéria: o líquido e o sólido. **ATIVIDADE PROPOSTA:** *Construa e preencha um quadro em seu caderno com quatro colunas, estabelecendo critérios para classificar os materiais nos diferentes estados físicos. Na primeira coluna, indique os estados físicos (sólido, líquido e gasoso), na segunda o primeiro critério (sensorial), na terceira, o segundo critério (forma e volume). Na quarta coluna você deverá indicar as características de cada estado físico, considerando o modelo de partículas que você construiu até esta aula.*

ESTADO FÍSICO	Critério 1 (Sensorial)	Critério 2 (Forma e volume)	Modelo de partículas
SÓLIDO			
LÍQUIDO			
GASOSO			

- 7. Recursos didáticos:** Roteiro do estudante; Texto: “A teoria cinética dos gases”.
- 8. Avaliação:** A avaliação será realizada através da análise da participação dos alunos durante a aula, das atividades propostas no roteiro do estudante e dos diários de bordo. Os diários de bordo são relatos produzidos pelos alunos descrevendo cada uma das aulas. Estes diários devem ser entregues na aula subsequente.
- 9. Referências:**
 DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências:** Fundamentos e Métodos. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009.
 MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. **Química** – volume 1. São Paulo: Scipione, 2011.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (Coord.). **Química cidadã**: materiais, substâncias, constituintes, química ambiental e suas implicações sociais. Volume 1, 1ª Ed, São Paulo: Nova Geração, 2010.

ROTEIRO DO ESTUDANTE: AULA 04

Texto: A Teoria Cinética dos Gases

Nosso modelo de representação do estado gasoso parte da hipótese de que os gases são formados por minúsculas partículas de tamanho desprezível que se movimentam aleatoriamente no espaço vazio. Como as partículas estão em constante movimento e preenchem todo espaço disponível, isso ajuda a explicar a capacidade de difusão dos gases. Já a capacidade de compressão e expansão dos gases, como no caso da experiência da seringa cheia de ar, é facilmente compreendida levando-se em consideração que as partículas no estado gasoso estão bastante afastadas e considerando que não há interação entre elas.

De forma similar, no caso da experiência do kitasato com a seringa, nosso modelo supõe que as partículas do gás se movimentam livremente, distribuindo-se uniformemente e preenchendo todo espaço disponível. Dessa forma, as partículas que estavam no kitasato passaram a ter espaço também dentro da seringa.

No caso do aquecimento do erlenmeyer com o balão de látex, percebemos que o aumento da temperatura provoca um aumento da energia cinética das partículas do ar, ocasionando maior movimentação e conseqüentemente, aumentando o espaço entre elas. Como as partículas estão em constante movimento e a energia cinética é diretamente proporcional à temperatura, mesmo a temperaturas muito baixas, elas possuem energia cinética, pois essas temperaturas são diferentes do chamado “zero absoluto”, o zero kelvin (K). Apenas no zero dessa escala, equivalente a $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$, cessaria todo o movimento das partículas.

Quando as partículas de um gás colidem com as paredes de um recipiente, cada uma delas exerce uma força na parede. A força total exercida na parede do recipiente por unidade de área, representa pressão de um gás, e está portanto relacionada com a frequência das colisões.

Podemos sistematizar esse modelo, que é conhecido como **modelo cinético-molecular**, **modelo de partículas** ou **teoria cinética dos gases**, dizendo que:

- os materiais gasosos são constituídos por partículas infinitamente pequenas, que se movimentam continuamente no espaço vazio, por possuírem energia cinética;
- os choques entre as moléculas ou com as paredes de um recipiente são *perfeitamente elásticos*, ou seja, é o tipo de choque que ocorre quando, após a colisão, os corpos seguem separados e a energia cinética é conservada;
- essas partículas praticamente não interagem, o que significa que não existem forças atrativas ou repulsivas significativas entre elas.

FONTES: 1- MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. Química: ensino médio. São Paulo: Scipione, 2010. 2- SANTOS, W.L.P.; MÓL, G.S. (coords.). Química cidadã: materiais, substâncias, constituintes, química ambiental e suas implicações sociais. Volume 1: ensino médio. 1ª. edição – São Paulo: Nova Geração, 2010.

QUESTÕES PARA ANÁLISE E REFLEXÃO:

- 1) Quando você descasca uma mexerica, as pessoas à sua volta sentem o cheiro da fruta.
 - a) Como você explica o fenômeno de o cheiro se espalhar?
 - b) Por que o cheiro seria menos perceptível no inverno?
- 2) A partir do modelo de partículas, analise as situações propostas abaixo, justificando sua resposta para cada um dos casos.
 - a) A palavra isotérmica se refere a mesma temperatura, logo uma transformação isotérmica de um gás, ocorre quando não há variação de temperatura. A lei física que expressa essa relação é conhecida com Lei de Boyle. O que acontece com o volume de um gás se, numa transformação isotérmica, a pressão for diminuída?
 - b) Da mesma forma que a transformação isotérmica, quando há uma transformação isobárica, a pressão é conservada. Essa transformação é regida pela Lei de Charles e Gay-Lussac. O que acontece com o volume de um gás se, numa transformação isobárica, a temperatura for aumentada?
 - c) A transformação isovolumétrica também pode ser chamada isocórica e neste caso, não ocorre variação de volume. Esta transformação é regida pela Lei de Charles. O que acontece com a pressão de um gás se, numa transformação isocórica, a temperatura for aumentada?

PROPOSTA DIDÁTICA

Conteúdo Geral: ESTUDO DOS GASES E CINÉTICA QUÍMICA

Série (ano) do Ensino Médio: 2ª. SÉRIE

Número de aulas: 14 AULAS

Plano de Aula 5

1. **Introdução:** Nas aulas de Química é bastante comum utilizarmos o termo “modelo” em diferentes momentos. Os modelos desempenham um papel fundamental nas diferentes abordagens do conhecimento científico. Nesta aula discutiremos alguns aspectos da natureza dos modelos utilizados pela Ciência, além de caracterizar suas relações com as teorias científicas e suas limitações como representações da realidade.
2. **Conteúdo Específico:** Estudo dos Gases.
3. **Duração:** 50 min.
4. **Objetivos:** Compreender o conceito de modelo científico e suas limitações.
5. **Conteúdos privilegiados:** Modelos científicos.
6. **Orientação didática:** Para oportunizar o entendimento dos modelos científicos utilizaremos os Três Momentos Pedagógicos (3MP). Os 3MP propõem o estabelecimento de uma dinâmica dialógica em sala de aula entre o professor e os alunos objetivando a construção/reconstrução do conhecimento. Caracterizam-se por três etapas: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Nesta aula os 3MP estarão divididos da seguinte maneira:
 - a) **Problematização inicial:** a aula se iniciará através da introdução do seguinte questionamento: 1- *Estamos construindo uma representação para o comportamento dos gases a partir do modelo de partículas. Mas afinal, o que é um modelo?* 2- *O que um modelo científico representa? Ele expressa fielmente a realidade?* Os alunos serão instigados a emitir suas opiniões a respeito do assunto e o professor apresentará a dinâmica que será realizada para análise do tema.
 - b) **Organização do conhecimento:** para a organização do conhecimento o professor realizará uma atividade conhecida como experimento das caixas-pretas.

ATIVIDADE PROPOSTA: Neste experimento serão utilizadas quatro caixas numeradas previamente embaladas e lacradas. Os alunos serão distribuídos em equipes e cada um dos grupos receberá uma caixa. Cada caixa deverá conter um objeto desconhecido pelos estudantes. Utilizaremos em nossa preparação das caixas, materiais de baixo custo e com propriedades físicas distintas. A tabela abaixo representa o conteúdo presente nas caixas utilizadas em nosso experimento:

CAIXA 1	CAIXA 2	CAIXA 3	CAIXA 4
UM BALÃO DE LÁTEX CHEIO DE AR	UM LIVRO	4 PEÇAS DE UM QUEBRA-CABEÇAS	UM BRINQUEDO INFANTIL

A tarefa consiste em desvendar o conteúdo das caixas. As caixas serão repassadas a todos os grupos de modo que seja possível a todos os membros de cada grupo proceder com a análise. Cada grupo deverá descrever as possíveis propriedades dos objetos. Depois de observadas todas as caixas, os grupos apresentarão suas conclusões a respeito dos objetos no roteiro do estudante. Após a formulação de um modelo comum para cada caixa, as caixas serão abertas de modo que seja possível comparar os modelos produzidos com os objetos representados. Neste momento será possível identificar opiniões em comum, bem como os critérios que levaram à formulação das representações. Depois de confrontados com o conteúdo das caixas os alunos construirão suas respostas relativas à sessão *“Questões para análise e reflexão”* propostas no roteiro do estudante.

Ao término das discussões e respectivas conclusões das equipes, será organizado um grande grupo para socializar as respostas dos estudantes e analisar a dinâmica das caixas. O professor deve coordenar a discussão em torno do significado de modelo científico, enfatizando que modelos são representações e não cópias da realidade.

- c) Aplicação do conhecimento:** a aplicação do conhecimento se dará através de um exercício que visa, além de ampliar a visão de modelo científico, introduzir os primeiros questionamentos a respeito da construção do conhecimento científico. Reflexões sobre os caminhos percorridos pela ciência serão alvo da próxima aula. **ATIVIDADE PROPOSTA:** *“Um modelo é uma representação da realidade que construímos para nos ajudar a entendê-la. Para possibilitar a construção de um modelo científico precisamos de uma validação experimental*

ou podemos construí-lo a partir de uma teoria? Ou precisamos das duas coisas?”

7. **Recursos didáticos:** Roteiro do estudante; Experimento realizado em sala.
8. **Materiais:** Quatro caixas numeradas com conteúdo desconhecido pelos alunos.
9. **Avaliação:** A avaliação será realizada através da análise da participação dos alunos durante a aula, das atividades propostas no roteiro do estudante e dos diários de bordo. Os diários de bordo são relatos produzidos pelos alunos descrevendo cada uma das aulas. Estes diários devem ser entregues na aula subsequente.
10. **Referências:**

AULER, D.; DELIZOICOV, D. **Alfabetização científico-tecnológica para quê?** Ensaio: Pesquisa em educação em ciências, v. 3, n. 1, 2001.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências:** Fundamentos e Métodos. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. **Química:** ensino médio. São Paulo: Scipione, 2010.

ROCHA, T. U. **As contribuições da história e filosofia da ciência para o ensino de física quântica na educação básica.** Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática) – Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

ROTEIRO DO ESTUDANTE: AULA 05

ATIVIDADE RELATIVA A DINÂMICA DAS CAIXAS:

a) Após a análise do conteúdo das caixas, preencha a tabela abaixo.

	Objeto(s)	Características
CAIXA 1		
CAIXA 2		
CAIXA 3		
CAIXA 4		

b) Faça um modelo representativo na forma de um desenho que melhor represente o(s) objeto(s) que você identificou na caixa.

CAIXA 1	CAIXA 2	CAIXA 3	CAIXA 4

QUESTÕES PARA ANÁLISE E REFLEXÃO:

- 1) Os modelos elaborados correspondem às características reais dos objetos? Por quê?
- 2) O que seria um modelo científico? Qual a utilidade de um modelo científico?

PROPOSTA DIDÁTICA

Conteúdo Geral: ESTUDO DOS GASES E CINÉTICA QUÍMICA

Série (ano) do Ensino Médio: 2ª. SÉRIE

Número de aulas: 14 AULAS

Plano de Aula 6

1. **Introdução:** Nesta aula discutiremos a concepção tradicional de ciência. Buscaremos questionar esta concepção de ciência, baseada em um método único e infalível, que a caracteriza como neutra, racional, autônoma e positivista. O estudo será realizado através de questionamentos objetivando reflexões sobre a natureza do conhecimento científico.
2. **Conteúdo Específico:** Estudo dos Gases.
3. **Duração:** 50 min.
4. **Objetivos:** Compreender a Ciência como uma construção humana, influenciável por diversos fatores, provisória, suscetível de reformulação e reconstrução.
5. **Conteúdos privilegiados:** Natureza da ciência.
6. **Orientação didática:** Para oportunizar reflexões a respeito da natureza da ciência utilizaremos os Três Momentos Pedagógicos (3MP). Os 3MP propõem o estabelecimento de uma dinâmica dialógica em sala de aula entre o professor e os alunos objetivando a construção/reconstrução do conhecimento. Caracterizam-se por três etapas: problematização inicial, organização e aplicação do conhecimento. Nesta aula os 3MP estarão divididos da seguinte maneira:
 - a) **Problematização inicial:** a aula se iniciará através da introdução de alguns questionamentos: 1- *Como são construídas as teorias científicas? Como você imagina que foi construída a atual teoria cinética dos gases?* 2- *O que é preciso para se chegar a um “fato” científico?* 3- *Existem fatores externos à comunidade científica que interferem no desenvolvimento da ciência?* Os alunos serão instigados a emitir suas opiniões a respeito do assunto e o professor encaminhará os alunos para a leitura do texto de apoio e análise do roteiro do estudante.
 - b) **Organização do conhecimento:** os alunos, reunidos em duplas, realizarão a leitura do texto de apoio presente no roteiro do estudante e através da

mediação do professor, construirão suas respostas relativas à sessão “*Questões para análise e reflexão*”. Ao término das discussões e respectivas conclusões das equipes, será organizado um grande grupo para socializar as respostas dos estudantes e analisar o tema.

- c) Aplicação do conhecimento:** a aplicação do conhecimento se dará através de um exercício proposto pela FUVEST no ano 2000 (adaptado) que visa refletir sobre o significado de teoria científica. **ATIVIDADE PROPOSTA:** *O tema “teoria da evolução” tem provocado debates em certos locais dos Estados Unidos da América, com algumas entidades contestando seu ensino nas escolas. Nos últimos tempos, a polêmica está centrada no termo teoria que, no entanto, tem significado bem definido para os cientistas. Levando em consideração as discussões realizadas durante a aula e justificando sua escolha, uma teoria científica é:*

- a) *Sinônimo de lei científica, que descreve regularidades de fenômenos naturais, mas não permite fazer previsões sobre eles.*
- b) *Sinônimo de hipótese, ou seja, uma suposição ainda sem comprovação experimental.*
- c) *Uma ideia sem base em observação e experimentação, que usa o senso comum para explicar fatos do cotidiano.*
- d) *Uma ideia, apoiada no conhecimento científico, que tenta explicar fenômenos naturais relacionados, permitindo fazer previsões sobre eles.*
- e) *Uma ideia, apoiada pelo conhecimento científico, que, de tão comprovada pelos cientistas, já é considerada uma verdade incontestável.*

- 7. Recursos didáticos:** Roteiro do estudante; Texto: “Os caminhos da ciência”.

- 8. Avaliação:** A avaliação será realizada através da análise da participação dos alunos durante a aula, das atividades propostas no roteiro do estudante e dos diários de bordo. Os diários de bordo são relatos produzidos pelos alunos descrevendo cada uma das aulas. Estes diários devem ser entregues na aula subsequente.

- 9. Referências:**

AULER, D.; DELIZOICOV, D. **Alfabetização científico-tecnológica para quê?** Ensaio: Pesquisa em educação em ciências, v. 3, n. 1, 2001.
 CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.
 DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: Fundamentos e Métodos.** 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. **Química**: ensino médio. São Paulo: Scipione, 2010.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (Coord.). **Química cidadã**: materiais, substâncias, constituintes, química ambiental e suas implicações sociais. Volume 1. 1ª ed. São Paulo: Nova Geração, 2010.

SHEID, N.M.J.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. Concepções sobre a natureza da ciência num curso de ciências biológicas: imagens que dificultam a educação científica. **Investigações em Ensino de Ciências**, p.157-181, 2007. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol12/n2/v12_n2_a1.htm>. Acesso em 25.jul.2013.

TEIXEIRA, M.Z. Homeopatia: ciência, filosofia e arte de curar. **Rev Med**, São Paulo, p.30-43, abr.-jun. 2006. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol12/n2/v12_n2_a1.htm>. Acesso em 04.set.2013.

ROTEIRO DO ESTUDANTE: AULA 06

Texto: Os caminhos da ciência

Ao contrário de muitas teorias que foram propostas por um cientista, apesar de vários terem dado subsídios para sua elaboração, a teoria cinética dos gases é resultado dos estudos e propostas de vários cientistas em locais e momentos históricos diferentes. Podemos citar como exemplos: Daniel Bernoulli (1700-1782), matemático e físico suíço; Rudolf Clausius (1822-1888), físico alemão; James Clerk Maxwell (1831-1879), matemático e físico escocês; Ludwig Eduard Boltzmann (1844-1906), físico austríaco; dentre vários outros cientistas que contribuíram para a elaboração da atual teoria cinética dos gases.

É importante mencionar que o processo de construção da atual teoria cinética dos gases, assim como o processo de construção de qualquer teoria científica, não se trata de uma narrativa linear em que cada cientista agrega suas contribuições às pesquisas do antecessor, ampliando suas aplicações e provando sua veracidade. A construção de uma teoria científica é um processo complexo e influenciado por vários fatores, como por exemplo: a conjuntura histórica, os interesses econômicos, o contexto social, interesses individuais e coletivos. Durante esse processo encontram-se várias rupturas, avanços, retrocessos e abandonos.

Teorias científicas são estruturas que explicam e interpretam os fenômenos da natureza. São o resultado de hipóteses ou leis testadas e confirmadas, com bastante critério, por diversos estudos e experimentos. Apesar disso, uma teoria científica nunca está acabada e as chamadas “verdades científicas”, aquilo que normalmente é rotulado como “provado cientificamente”, caracteriza apenas algo aceito momentaneamente, baseado nas pesquisas atuais, no conhecimento existente, nos interesses e na tecnologia disponível. Isso não implica em dizer que todas as teorias científicas estão erradas, mas em perceber a Ciência como uma construção humana, provisória, suscetível de reformulação e reconstrução.

FONTES: 1- SANTOS, W.L.P.; MÓL, G.S. (coords.). Química cidadã: materiais, substâncias, constituintes, química ambiental e suas implicações sociais. Volume 1: ensino médio. 1ª.edição – São Paulo: Nova Geração, 2010. 2- SHEID, N.M.J.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. Concepções sobre a natureza da ciência num curso de ciências biológicas: imagens que dificultam a educação científica. Investigações em Ensino de Ciências, p.157-181, 2007.

QUESTÕES PARA ANÁLISE E REFLEXÃO:

- 1) A objetividade do conhecimento científico é associada ao rigor de um de seus métodos de investigação, o chamado Método Científico. Este método pode ser descrito em quatro fases fundamentais: Observação, Hipótese, Experimentação e Formulação de leis. Apesar do método científico não ser o único método utilizado pela ciência, ele ainda é o mais difundido e valorizado. Nesse método, o papel da verificação experimental é fundamental. Você acredita que os cientistas podem construir o conhecimento científico só a partir de ideias, de teorias, sem fazer experimentos? Justifique a sua resposta.
- 2) Os “alimentos transgênicos” são geneticamente modificados com o objetivo de incrementar certas características naturais das plantas, aumentar a produção e a resistência às pragas, visando o lucro. Existe muita controvérsia em relação à sua produção e uso. Muitos transgênicos desenvolvidos nas pesquisas científicas ainda não são autorizados para serem comercializados em decorrência da polêmica gerada pelos impactos ambientais e possíveis reações adversas no organismo humano. Em relação a assuntos polêmicos, como a produção e uso de transgênicos, não seria suficiente ouvir a opinião dos cientistas para proibi-los ou liberá-los para consumo humano? Por quê?

PROPOSTA DIDÁTICA

Conteúdo Geral: ESTUDO DOS GASES E CINÉTICA QUÍMICA

Série (ano) do Ensino Médio: 2ª. SÉRIE

Número de aulas: 14 AULAS

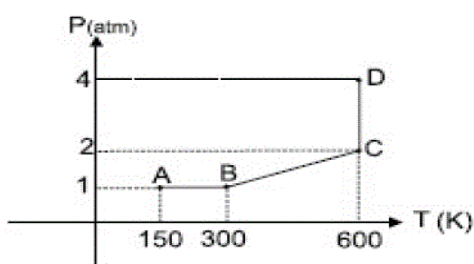
Plano de Aula 7

1. **Introdução:** Nesta aula discutiremos as variáveis de estado dos gases, a equação geral de um gás ideal e as aproximações necessárias para a construção do modelo representativo para o comportamento dos gases. O estudo será realizado através de uma análise das principais diferenças entre um gás ideal e um gás real.
2. **Conteúdo Específico:** Estudo dos Gases.
3. **Duração:** 50 min.
4. **Objetivos:** Compreender a equação geral dos gases e as principais diferenças entre um gás ideal e um gás real.
5. **Conteúdos privilegiados:** Equação geral dos gases, variáveis do estado gasoso e gases reais.
6. **Orientação didática:** Para oportunizar reflexões sobre as aproximações necessárias para a formulação do modelo representativo do estado gasoso utilizaremos os Três Momentos Pedagógicos (3MP). Os 3MP propõem o estabelecimento de uma dinâmica dialógica em sala de aula entre o professor e os alunos objetivando a construção/reconstrução do conhecimento. Caracterizam-se por três etapas: problematização inicial, organização e aplicação do conhecimento. Nesta aula os 3MP estarão divididos da seguinte maneira:
 - a) **Problematização inicial:** a aula se iniciará através da introdução de alguns questionamentos: 1- *Todos os gases se comportam da maneira prevista pelo modelo de partículas?* 2- *Existe alguma limitação no modelo proposto para o comportamento dos gases?* Os alunos serão instigados a emitir suas opiniões a respeito do assunto e o professor encaminhará os alunos para a leitura do texto de apoio e análise do roteiro do estudante.
 - b) **Organização do conhecimento:** os alunos, reunidos em duplas, realizarão a leitura do texto de apoio presente no roteiro do estudante e através da mediação do professor, construirão suas respostas relativas à sessão

“Questões para análise e reflexão”. Ao término das discussões e respectivas conclusões das equipes, será organizado um grande grupo para socializar as respostas dos estudantes e analisar o tema.

- c) **Aplicação do conhecimento:** a aplicação do conhecimento se dará através de uma atividade que apresenta uma análise gráfica e tem como objetivos além de discutir as variáveis de estado dos gases, introduzir a temática dos ambientes climatizados, mencionando o princípio de funcionamento dos aparelhos de ar condicionado. **ATIVIDADE PROPOSTA:** *Os modelos criados para a compreender o comportamento e as propriedades dos gases, apesar de possuírem limitações, apresentam várias aplicações práticas. Um exemplo é a utilização da propriedade dos gases de absorver ou liberar calor a partir de sua expansão-compressão como o princípio básico para o funcionamento dos aparelhos de ar condicionado. De um modo geral, quando um gás passa por um processo de mudança, resfriamento, aquecimento, compressão ou descompressão, dizemos que ele se transforma, alterando os valores da sua pressão, temperatura e volume, já que a modificação de uma dessas grandezas (variáveis de estado do gás) modificará também as outras. Para entendermos melhor essas variações, vamos analisar a situação proposta pelo exercício da UFF em 2009 (adaptado):*

Uma amostra de um gás ideal sofre a sequência de processos descrita pelo gráfico pressão versus temperatura mostrado a seguir:



Justificando sua escolha, assinale a alternativa que indica como variou o VOLUME do gás no trechos indicados:

- diminui no trecho AB, permanece constante no trecho BC, aumenta no trecho CD;*
- aumenta no trecho AB, permanece constante no trecho BC, diminui no trecho CD;*
- aumenta no trecho AB, diminui no trecho BC, permanece constante no trecho CD;*

d) *permanece constante no trecho AB, aumenta no trecho BC, diminui no trecho CD;*

e) *permanece constante no trecho AB, aumenta no trecho BC, permanece constante no trecho CD.*

7. Recursos didáticos: Roteiro do estudante; Texto: “Lei Geral dos Gases”.

8. Avaliação: A avaliação será realizada através da análise da participação dos alunos durante a aula, das atividades propostas no roteiro do estudante e dos diários de bordo. Os diários de bordo são relatos produzidos pelos alunos descrevendo cada uma das aulas. Estes diários devem ser entregues na aula subsequente.

9. Referências:

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências:** Fundamentos e Métodos. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

SANTOS, W.L.P.; MÓL, G.S. (coords.). **Química cidadã:** materiais, substâncias, constituintes, química ambiental e suas implicações sociais. Volume 1: ensino médio. 1ª.edição – São Paulo: Nova Geração, 2010.

ROTEIRO DO ESTUDANTE: AULA 07

Texto: Gases reais e gases ideais

- **LEI GERAL DOS GASES**

Com base nas três leis dos gases (Lei de Boyle, Lei de Charles e Lei de Charles e Gay-Lussac), podemos estabelecer uma lei geral que vai nos permitir a elaboração de modelos explicativos para o comportamento da matéria. Como toda lei, ela será uma generalização teórica e possuirá limitações. Conseqüentemente, os modelos desenvolvidos a partir dela, como todo modelo científico, também serão aproximações da realidade.

Se combinarmos a Lei de Boyle com a Lei de Charles, constatamos que o volume é inversamente proporcional à pressão e diretamente proporcional à temperatura. Matematicamente, quando temos uma proporção, ela pode ser representada pela constante (**k**), que irá depender da quantidade de gás. Desta forma, temos:

$$\frac{PV}{T} = k \quad \longrightarrow \quad P \cdot V = k \cdot T$$

Se submetermos uma mesma quantidade de gás a qualquer variação, suas condições iniciais (índices 1) e finais (índices 2) serão dadas pela equação:

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = k_1 \quad \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} = k_2 \quad \text{como, } k_1 = k_2 \quad \longrightarrow \quad \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

Essas relações caracterizam o estado gasoso e demonstram que as três propriedades – pressão, volume e temperatura – variam umas em função das outras. Por tal motivo, são conhecidas como **variáveis do estado gasoso**.

O químico e físico italiano Amedeo Avogadro (1776-1856) fez outra importante descoberta para o estudo dos gases: ele concluiu que volumes iguais de gases, sob as mesmas condições de temperatura e pressão, contém o mesmo número de constituintes, ou seja, o mesmo número de moléculas. Com bases em seus estudos, percebeu-se que a constante anterior, **k**, está relacionada com a quantidade de matéria, que pode ser representada por **n**. Substituindo **k** por **n . R** na equação anterior, chegamos à conhecida **equação geral dos gases**, em que **R** é denominada constante dos gases:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

A letra **n** é o símbolo de quantidade de matéria, uma grandeza que nos permite saber quantas moléculas existem em certa massa de substância. A equação geral dos gases é fundamental na Química, pois nos possibilita fazer diversas previsões sobre o comportamento dos gases, por meio do conhecimento de algumas propriedades. Essas previsões são válidas levando-se em conta algumas condições. Por isso, essa equação também é conhecida como **equação do gás ideal**.

• GASES REAIS E GASES IDEAIS

O estabelecimento da equação geral dos gases partiu de uma pré-condição básica: a de que as leis dos gases são válidas em todas as condições de temperatura, pressão e volume. Mas será que são mesmo? Não exatamente. Mais tarde, descobriu-se que a equação apresenta algumas restrições. Ela descreve muito bem o comportamento dos gases quando estão submetidos a **baixas pressões** (pressões menores que 100000 Pa) e a **elevadas temperaturas** (bem superiores à temperatura de condensação do gás). Nessas condições, as moléculas dos gases estão muito afastadas e praticamente não interagem entre si. Contudo, quando aumentamos a pressão ou diminuimos a temperatura a valores próximos à temperatura de condensação, as moléculas dos gases começam a interagir umas com as outras causando desvios da equação geral. Esse fato não a invalida, mas revela limitações.

Podemos dizer que a equação geral dos gases, seria perfeitamente válida para um gás cujas moléculas não interagissem entre si. Na verdade, isso não acontece com nenhum gás. Além disso, de acordo com a equação, na temperatura de 0 K (zero absoluto), o volume de qualquer gás seria nulo, o que também não acontece no mundo físico. Desse modo, a equação é válida para um gás imaginário, ou seja, um gás ideal. Note que um **gás ideal** não existe, ele é apenas um modelo. Mesmo assim, muitos gases reais, quando submetidos à altas temperaturas e baixas pressões, comportam-se de acordo com as leis estabelecidas como se fossem gases ideais.

FONTE: SANTOS, W.L.P.; MÓL, G.S. (coords.). Química cidadã: materiais, substâncias, constituintes, química ambiental e suas implicações sociais. Vol. 1: ensino médio. 1ª.edição – São Paulo: Nova Geração, p. 153-154, 2010.

QUESTÕES PARA ANÁLISE E REFLEXÃO:

1. A partir da leitura e análise do texto de apoio, podemos perceber que o modelo explicativo para o comportamento dos gases possui limitações. Ele pode ser considerado válido para um modelo idealizado de gás, mas não para um gás real. Aponte as principais diferenças entre um gás real e um gás ideal.
2. A equação dos gases ideais estabelece a relação matemática entre as quatro variáveis de estado que caracterizam uma amostra gasosa:

$$P.V=n.R.T$$

P=pressão exercida pelo gás

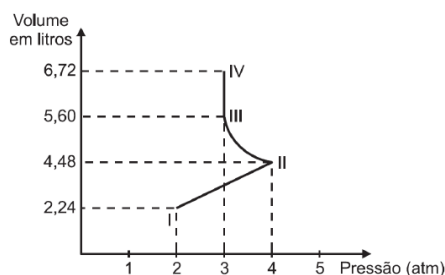
V= volume ocupado pela amostra

n=quantidade de matéria (mols)

T=temperatura absoluta da amostra ($T_K=T_C+273$)

R=constante dos gases= $0,082 \text{ atm.L.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$

0,1 mol de gás ideal sofre as transformações indicadas no gráfico a seguir:



A temperatura, em graus Celsius, no ponto III, é aproximadamente:

- a) 273 °C b) 546 °C c) 1776 °C d) 1912 °C e) 2186 °C

PROPOSTA DIDÁTICA

Conteúdo Geral: ESTUDO DOS GASES E CINÉTICA QUÍMICA

Série (ano) do Ensino Médio: 2ª. SÉRIE

Número de aulas: 14 AULAS

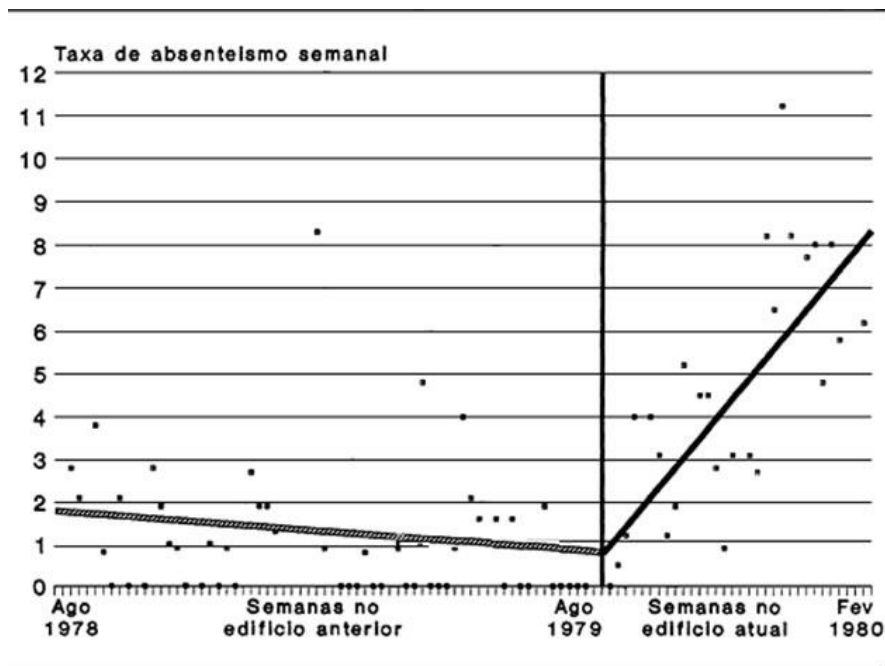
Plano de Aula 8

1. **Introdução:** Nesta aula discutiremos a Síndrome dos Edifícios Doentes (SED) e os perigos associados aos ambientes climatizados. O estudo será realizado através da descrição das doenças e dos sintomas associados à SED e por uma análise dos riscos relacionados a falta de manutenção dos aparelhos de climatização artificial.
2. **Conteúdo Específico:** Estudo dos Gases.
3. **Duração:** 50 min.
4. **Objetivos:** Conhecer as doenças e sintomas relacionados a SED, compreender os perigos da poluição interior em ambientes climatizados e a legislação existente para a manutenção desses espaços.
5. **Conteúdos privilegiados:** Síndrome dos Edifícios Doentes e Qualidade do Ar Climatizado.
6. **Orientação didática:** Para oportunizar reflexões a respeito da SED utilizaremos os Três Momentos Pedagógicos (3MP). Os 3MP propõem o estabelecimento de uma dinâmica dialógica em sala de aula entre o professor e os alunos objetivando a construção/reconstrução do conhecimento. Caracterizam-se por três etapas: problematização inicial, organização e aplicação do conhecimento. Nesta aula os 3MP estarão divididos da seguinte maneira:
 - a) **Problematização inicial:** A aula se iniciará através da introdução de alguns questionamentos: 1- *Onde respiramos um ar mais puro: dentro de um shopping center ou andando na rua em Araucária?* 2- *Vocês já ouviram falar em Síndrome do Edifício Doente?* 3- *Como vocês descreveriam um prédio doente?* Os alunos serão instigados a emitir suas opiniões a respeito do assunto e haverá uma breve discussão com o objetivo de levantar dúvidas em relação à qualidade do ar que respiramos em ambientes climatizados.
 - b) **Organização do conhecimento:** Logo após o questionamento inicial os alunos assistirão um vídeo sobre os perigos associados a manutenção do ar

climatizado (duração: 6 min). Em seguida, reunidos em duplas, os alunos realizarão a leitura do texto de apoio presente no roteiro do estudante e através da mediação do professor, construirão suas respostas relativas à sessão “*Questões para análise e reflexão*”. Ao término das discussões e respectivas conclusões das equipes, será organizado um grande grupo para socializar as respostas dos estudantes e analisar o tema.

- 7. Aplicação do conhecimento:** a aplicação do conhecimento se dará através de um exercício que propõe a análise de um gráfico relacionando a taxa de absenteísmo (faltas ao trabalho) antes e depois da mudança para um edifício com ventilação inadequada. **ATIVIDADE PROPOSTA:** *A síndrome dos edifícios doentes (SED) foi oficialmente reconhecida como doença pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 1982. O termo SED é utilizado para descrever casos de desconforto e/ou de sintomas não específicos apresentados pelos trabalhadores ou ocupantes de determinados edifícios, sem que uma doença ou causa específica possa ser identificada. Os principais sintomas apresentados pelos ocupantes de um edifício doente são: dor de cabeça, fadiga, letargia, coceira e ardor nos olhos, irritação do nariz e garganta, problemas cutâneos e dificuldade de concentração. Normalmente os sintomas desaparecem algum tempo após a saída do edifício. A OMS calcula, que a nível mundial 30% dos edifícios públicos novos ou reformados são afetados pela SED. As causas ou fatores que podem contribuir para a SED são a ventilação inadequada, contaminantes químicos originados dentro ou fora do edifício e contaminantes biológicos.*

O gráfico abaixo representa o aumento da taxa de absenteísmo (faltas) de um mesmo grupo de trabalho quando mudou de um edifício com ventilação e iluminação natural para um novo edifício “moderno” e fechado.



Fonte: Sterling e SterlingSM (1983)

Figura 1. Taxa de Absenteísmo pré e pós mudança para um novo edifício.

Em relação a SED e ao gráfico apresentado, assinale a alternativa **incorreta**, justificando sua escolha:

- A SED pode ser considerada uma questão de saúde ocupacional, visto que está relacionada com as condições ambientais de trabalho e os sintomas de desconforto e mal-estar verificados nesses locais.
- A ventilação inadequada origina o aumento gradual da concentração interna dos poluentes e é a mais importante causa da SED e a principal causa dos problemas da qualidade do ar interior.
- A taxa de absenteísmo representada no gráfico relaciona as faltas semanais de um determinado grupo de trabalho associada a mudança para um edifício doente. O gráfico demonstra que o número de faltas aumentou consideravelmente após a mudança.
- Os sintomas do SED podem ocorrer isoladamente ou combinados uns com os outros. Em muitos dos casos, os sintomas são difíceis de relacionar com a síndrome, transmitindo a ideia de um resfriado comum ou doença respiratória, piorando à medida que o dia avança e desaparecendo quando o ocupante abandona o edifício.
- A taxa de absenteísmo representada no gráfico relaciona as faltas semanais de um determinado grupo de trabalho associada a mudança para um edifício doente. O gráfico demonstra que o número de faltas se manteve constante após a mudança.

- 8. Recursos didáticos:** Roteiro do estudante; Trecho (Vídeo): “Perigo no ar interno que respiramos”; Texto: “Edifícios doentes, eles podem ser letais”.
- 9. Avaliação:** A avaliação será realizada através da análise da participação dos alunos durante a aula, das atividades propostas no roteiro do estudante e dos diários de bordo. Os diários de bordo são relatos produzidos pelos alunos descrevendo cada uma das aulas. Estes diários devem ser entregues na aula subsequente.

10. Referências:

- ANVISA. **Resolução nº 9**, 16 de janeiro de 2003. Brasília: D.O.U., 2003.
- ARAIA, E. Edifícios doentes, eles podem ser letais. **Revista Planeta**. São Paulo, n. 425, fev. 2008. Seção Saúde. Disponível em: <<http://revistaplaneta.terra.com.br/secao/saude/edificios-doentes-eles-podem-ser-letais>>. Acesso em: 11 mai. 2013.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: Fundamentos e Métodos**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009.
- GUSMÃO JR, A.M. A epidemia da peste negra no século XIV. **MiniWebEducação**. Disponível em: <http://www.miniweb.com.br/historia/artigos/i_media/peste_negra.html>. Acesso em: 14 set. 2013.
- PERIGO no ar interno que respiramos. **Fantástico**. Rio de Janeiro: Rede Globo. 8/2/2009. Programa de televisão. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=mmYNf-F0dRI>>. Acesso em: 06 ago. 2013.
- SANGUESSUGA, M. S. G. **Síndrome dos Edifícios Doentes: Estudo da qualidade do ar interior e despiste da eventual existência de SED entre a população do edifício “E” de um estabelecimento de ensino superior**. Dissertação (Mestrado em Segurança e Higiene do Trabalho) – Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa, Lisboa, 2012.
- STELING, T.D. et al. A epidemiologia dos "edifícios doentes". **Rev. Saúde públ.** São Paulo, n. 25, p. 56-63, 1991. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rsp/v25n1/12.pdf>>. Acesso em 14 set. 2013.

ROTEIRO DO ESTUDANTE: AULA 08

Texto: Edifícios doentes, eles podem ser letais

Surgidos a partir dos anos 1970, os arranha-céus envidraçados que enfeitam as grandes cidades são o principal foco potencial de uma temível doença de nossos tempos: a **Síndrome do Edifício Doente (SED)**. Ela afeta até 60% das pessoas que vivem e trabalham em construções encaixadas nesse perfil, e pode ser letal.

À primeira vista, os imponentes prédios envidraçados que se espalham pelas metrópoles do mundo parecem maravilhas da tecnologia contemporânea, invulneráveis à chuva, aos ventos e a outras ameaças externas. A vida dentro desses ambientes fechados, porém, pode ser bem complicada. A pouca ventilação originária dos próprios projetos que os conceberam fabrica autênticas armadilhas para seus usuários, especialmente os idosos e os que têm distúrbios respiratórios. Quando está nesses edifícios, parte considerável dessas pessoas (cerca de 60% do total, de acordo com um estudo divulgado pela revista *Environmental Health*), apresenta sintomas como ressecamento da mucosa nasal (com eventual sangramento), agravamento dos sintomas de rinite e/ou asma, lacrimejamento, congestão e outros problemas nos olhos, além de dores de cabeça, náuseas, tonturas e fadiga. Mas se elas saem do prédio em questão e ficam algum tempo longe dele, já se sentem melhor. Por isso mesmo, o problema ganhou o nome de Síndrome do Edifício Doente (SED).

Segundo Mônica Aidar Menon Miyake, otorrinolaringologista e alergista do Hospital Sírio-Libanês, em São Paulo, a SED é observada em pessoas que passam grande parte do seu tempo dentro de ambientes impróprios, mal ventilados e mal construídos. É frequente nelas o desencadeamento ou a piora dos sintomas de rinite alérgica e não alérgica, além da rinite ocupacional. “Isso pode ocorrer por deficiência de insolação (luz solar) e de ventilação do ambiente, bem como acúmulo de alérgenos (substâncias ou micro-organismos que desencadeiam a alergia) e irritantes respiratórios, sem contar a falta de manutenção adequada dos aparelhos de ar condicionado”, observa. “As pessoas com a SED em geral não têm nenhuma doença que um médico possa detectar, mas seu sofrimento é inegável”, comenta Richard Lockey, diretor da Divisão de Alergia e Imunologia da Universidade do Sul da Flórida. “Em alguns casos, os sintomas são tão sérios que a pessoa não pode mais trabalhar no edifício em questão.”

A origem da SED data de meados dos anos 1970, quando a elevação brusca dos preços do petróleo provocou uma crise energética sem paralelo no mundo. A reação de arquitetos e engenheiros foi projetar e construir edifícios mais fechados, com poucas aberturas para ventilação. Com isso, manter a circulação e a refrigeração do ar exigiria um consumo menor de energia. Simplificar a realidade, porém, sempre embute um preço, que mais cedo ou mais tarde será cobrado. A nova tendência implicava automatizar os sistemas de ar condicionado, e a economia de custos concentrou os controles em apenas duas variáveis: temperatura e umidade relativa do ar interno. Com isso, diversos outros fatores relativos à qualidade do ar mais importantes para os usuários dos edifícios ficaram esquecidos. Com a renovação do ar interno drasticamente restringida nesses prédios, o nível dos poluentes existentes dentro deles subiu em proporções assustadoras. Entre eles estão o monóxido e o dióxido de carbono (CO e CO₂), além de ácaros, fungos, algas, protozoários e bactérias, que se multiplicam rapidamente quando a limpeza de carpetes, tapetes e

cortinas não é feita de forma adequada. É a ação desses poluentes sobre o organismo que caracteriza a SED.

O reconhecimento oficial da nova doença veio em 1982, quando a Organização Mundial de Saúde (OMS) atribuiu a ela as consequências de um incidente ocorrido na década de 1970 em um hotel da Filadélfia, nos Estados Unidos. A contaminação do ar interno do estabelecimento, provocada por uma das maiores vilãs da SED, a bactéria *Legionella*, originou 182 casos de pneumonia e a morte de 30 pessoas. Dezesesseis anos depois, a *Legionella* incluiu em sua lista de vítimas nada menos do que um ministro brasileiro: Sérgio Motta, das Comunicações, teve seu quadro clínico agravado pela bactéria, abrigada nos dutos do sistema de climatização do hospital onde estava internado, e não resistiu.

Legionella: a BACTÉRIA assassina

Uma das ameaças mais terríveis do já sinistro elenco da SED é a *Legionella pneumophila*, bactéria causadora de uma forma rara e grave de pneumonia, a doença do legionário ou legionelose, capaz de matar pessoas idosas ou com pouca resistência. Seu nome vem do caso que se tornou o emblema da síndrome: a contaminação de diversos hóspedes de um hotel na Filadélfia (EUA), todos idosos e participantes de uma convenção da Legião Americana (veteranos de guerra) em 1976. Das pessoas contaminadas, 182 tiveram pneumonia e 30 morreram.

Os problemas com a *Legionella* já começam na identificação complicada e prosseguem nas dificuldades de combatê-la. A bactéria tem origem na terra úmida e prolifera em água estagnada. No incidente da Filadélfia, constatou-se que ela veio da bacia das torres de resfriamento do sistema de ar condicionado, que, embora localizadas fora do edifício, estavam bem perto da tomada de ar exterior do ar condicionado. Graças a essa proximidade, a tomada de ar aspirou o ar contaminado e levou-o ao interior do hotel. Estudos mostraram depois que a bactéria está presente em outros locais de edifícios onde existe água morna estagnada. Alguns exemplos: bacias de banheiros, bacias de umidificação e sistemas assemelhados, cisternas de distribuição de água quente.

Foi a partir daí que a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), órgão regulador do sistema de saúde brasileiro, determinou que todos os prédios climatizados artificialmente deveriam elaborar e manter um plano de manutenção e controle dos sistemas de ar condicionado.

A qualidade do ar interno tem dominado o debate sobre a saúde dos edifícios, pois estudos indicaram que o funcionamento adequado do sistema de ventilação – que remove ou dilui os poluentes associados à SED – soluciona cerca de 90% das queixas. Quanto a isso, é importante observar que os sistemas de filtros dos aparelhos de ar condicionado são em geral preparados para proteger mais o equipamento do que propriamente a saúde de seu usuário. Além disso, as menores partículas respiráveis – exatamente as que gostaríamos de eliminar – são as que mais facilmente driblam os filtros. E, por ironia, o uso de aspiradores de pó convencionais levanta essas partículas do carpete onde estão depositadas e as dispersa novamente na área respirável, de onde elas só vão lentamente sair à noite.

QUESTÕES PARA ANÁLISE E REFLEXÃO:

- 1) Os problemas relacionados as construções urbanas não são recentes. Vários autores relatam que as condições de saúde e higiene nos castelos e residências medievais eram bastante precárias: as pessoas coabitavam com animais, não havia preocupação com banho ou higiene pessoal, a umidade era grande devido ao chão de terra batida, não haviam divisões internas e faltava ventilação, já que geralmente havia uma única janela e permanecia quase sempre fechada para manter o calor da casa. No entanto, a caracterização SED como doença é muito mais recente. A partir da leitura do texto, responda:
 - a) Quando a SED foi oficialmente reconhecida como uma doença? Qual episódio histórico motivou este reconhecimento?
 - b) Quais os sintomas que caracterizam um edifício doente?
- 2) No Brasil, os padrões para os sistemas de ar climatizado são regulamentados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). A resolução - RE nº 9, de 16 de janeiro de 2003 indica que os proprietários ou locatários de estabelecimentos comerciais com climatização artificial tem algumas responsabilidades, dentre elas a de *“divulgar aos ocupantes dos ambientes climatizados os procedimentos e resultados das atividades de avaliação, correção e manutenção realizadas”*. Por que é importante a divulgação e a manutenção regular dos equipamentos de climatização artificial?

PROPOSTA DIDÁTICA

Conteúdo Geral: ESTUDO DOS GASES E CINÉTICA QUÍMICA

Série (ano) do Ensino Médio: 2ª. SÉRIE

Número de aulas: 14 AULAS

Plano de Aula 9

1. **Introdução:** Nesta aula discutiremos os aparelhos de climatização interior. O estudo será realizado através de uma análise das características dos principais tipos de equipamentos domésticos utilizados para climatização.
2. **Conteúdo Específico:** Estudo dos Gases.
3. **Duração:** 50 min.
4. **Objetivos:** Compreender as funções, utilidades e cuidados necessários para utilização dos aparelhos domésticos climatização do ar interior e estabelecer critérios para aquisição de um desses equipamentos.
5. **Conteúdos privilegiados:** Aparelhos de climatização.
6. **Orientação didática:** Para oportunizar discussões sobre os aparelhos de climatização interior utilizaremos os Três Momentos Pedagógicos (3MP). Os 3MP propõem o estabelecimento de uma dinâmica dialógica em sala de aula entre o professor e os alunos objetivando a construção/reconstrução do conhecimento. Caracterizam-se por três etapas: problematização inicial, organização e aplicação do conhecimento. Nesta aula os 3MP estarão divididos da seguinte maneira:
 - a) **Problematização inicial:** A aula se iniciará através da introdução de alguns questionamentos: 1- *Você sabe a diferença entre um aparelho de ar condicionado, um aquecedor, um vaporizador e um umidificador?* 2-*Como estabelecer critérios para comprar um desses equipamentos?* Os alunos serão instigados a emitir suas opiniões a respeito do assunto e haverá uma breve discussão sobre o tema.
 - b) **Organização do conhecimento:** Logo após o questionamento inicial os alunos assistirão um vídeo sobre as diferenças entre os aparelhos portáteis de climatização interior (duração: 3 min). A seguir, os alunos, reunidos em duplas, realizarão a leitura do texto de apoio presente no roteiro do estudante e através da mediação do professor, construirão suas respostas relativas à sessão “*Questões para análise e reflexão*”. Ao término das discussões e respectivas

conclusões das equipes, será organizado um grande grupo para socializar as respostas dos estudantes e analisar o tema.

- c) Aplicação do conhecimento:** a aplicação do conhecimento se dará através de uma atividade proposta pelo ENEM no ano de 2012, relacionada ao dimensionamento dos aparelhos de ar condicionado. **ATIVIDADE PROPOSTA:** *Os aparelhos de ar condicionado têm como propósito primário aumentar o conforto térmico dos ambientes. O correto dimensionamento desses equipamentos é fundamental para sua eficiência. Vamos analisar a questão proposta pelo ENEM (2012) que trata do dimensionamento dos aparelhos de ar condicionado:*

A capacidade mínima, em BTU/h, de um aparelho de ar-condicionado, para ambientes sem exposição ao sol, pode ser determinada da seguinte forma:

- *600BTU/h por m², considerando-se até duas pessoas no ambiente;*
- *para cada pessoa adicional nesse ambiente, acrescentar 600BTU/h;*
- *acrescentar mais 600BTU/h para cada equipamento eletroeletrônico em funcionamento no ambiente.*

Será instalado um aparelho de ar-condicionado em uma sala, sem exposição ao sol, de dimensões 4m x 5m, em que permaneçam quatro pessoas e possua um aparelho de televisão em funcionamento.

A capacidade mínima, em BTU/h, desse aparelho de ar-condicionado deve ser:

- a) 12000. b)12600. c)13200. d)13800. e)15000.

- 7. Recursos didáticos:** Roteiro do estudante; Trecho (Vídeo): “Umidificadores”; Texto: “Aparelhos domésticos de climatização interior”.
- 8. Avaliação:** A avaliação será realizada através da análise da participação dos alunos durante a aula, das atividades propostas no roteiro do estudante e dos diários de bordo. Os diários de bordo são relatos produzidos pelos alunos descrevendo cada uma das aulas. Estes diários devem ser entregues na aula subsequente.

9. Referências:

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências:** Fundamentos e Métodos. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

EPA – U.S. Environmental Protection Agency, 2013. **What You Should Know about Refrigerants When Purchasing or Repairing a Residential A/C System or Heat Pump.** Washington, DC. Disponível em: <<http://www.epa.gov/ozone/title6/phaseout/22phaseout.html>>. Acesso em 28.ago.2013.

PEREIRA, M.R.S. Como funciona o ar-condicionado. **ABCMC**: Associação brasileira de centros e museus de ciências. Disponível em: <<http://www.abcmc.org.br/publique1/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infol=557&sid=13>>. Acesso em: 06 ago.2013.

Umidificadores. **SP-TV**. Projeto RespirAR. São Paulo: Rede Globo. 9/7/2011. Programa de televisão. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=P6d5EXwqEUg>>. Acesso em: 06 ago. 2013.

UMIDADE do ar – saúde no inverno. **CEPAGRI**: Centro de pesquisas meteorológicas e climáticas aplicadas à agricultura. Campinas-SP. Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.br/artigos-especiais/umidade-do-ar-saude-no-inverno.html>>. Acesso em: 06 ago.2013.

ROTEIRO DO ESTUDANTE: AULA 09

Texto: Aparelhos domésticos de climatização interior

Atualmente encontramos diversas opções de aparelhos disponíveis para melhorar a qualidade do ar que respiramos. Enfocaremos em nosso estudo os aparelhos domésticos por serem os mais comuns em nosso país e por não necessitarem de conhecimento especializado para aquisição, uso e manutenção.

PRINCIPAIS TIPOS DE APARELHOS DE CLIMATIZAÇÃO

a) APARELHOS DE AR CONDICIONADO: Os aparelhos de ar-condicionado (AC) são os mais conhecidos dentre os dispositivos usados para melhorar o clima interior. Existem vários tipos e modelos disponíveis, mas o processo de funcionamento desses equipamentos (bastante similar ao dos refrigeradores) é basicamente o mesmo: o ciclo de refrigeração se inicia com um ventilador que suga o ar do ambiente e o faz passar por um conjunto de serpentinas preenchidas por um fluido refrigerante. O fluido, em estado líquido e à baixa temperatura (aprox. 7 °C), ao absorver o calor do ar que vem do ambiente externo, evapora, enquanto o ar é resfriado e lançado novamente para o ambiente. Em seguida o gás dentro da serpentina, passa por um compressor, sofrendo um aumento de pressão. Esse aumento de pressão faz que ele se aqueça até uma temperatura aproximada de 52°C, sendo então enviado para um condensador que fica do lado de fora do aparelho. Lá ele cede calor para o ambiente, tornando-se líquido novamente e voltando ao início do ciclo de refrigeração.

A escolha de um AC é feita através de sua carga capacidade de refrigeração (carga térmica). Normalmente este valor é expresso em BTU/h. O BTU (*british thermal unit*) é uma unidade de energia utilizada pelos países de língua inglesa e não faz parte do sistema métrico internacional (SI). Um BTU equivale a 1055 J ou 252,2 cal.

Para o cálculo da capacidade de refrigeração de um AC são considerados vários fatores, como: o tamanho do ambiente, o seu isolamento, a sua exposição ao sol ou sombra e o número de pessoas que freqüentarão o ambiente, ou seja, para o quarto de solteiro a potência do aparelho pode ser menor do que a necessária para a sala de TV, onde mais pessoas permanecem ao mesmo tempo. Outra questão a ser considerada ao adquirir um AC, além de sua capacidade de refrigeração, são os recursos tecnológicos presentes nesses equipamentos. Geralmente, todos os aparelhos possuem termostato que mantém, de forma automática, a temperatura selecionada.

Os antigos AC utilizavam como fluido de refrigeração o gás R-22 (clorodifluorometano). O R-22 (também chamado de HCFC-22) foi o fluido de refrigeração mais utilizado em sistemas de ar condicionado por mais de quatro décadas. Ele é um gás da família dos CFCs (gases contendo cloro, flúor e carbono) e infelizmente para o meio ambiente, pesquisas indicaram que os CFCs contribuem para a destruição da camada de ozônio e também para o aquecimento global. Com o Protocolo de Montreal, ao qual o Brasil aderiu em 1990, ficou decidido eliminar gradativamente a produção e uso de todos os CFCs.

Outras funções desejáveis que podem ser encontradas em determinados modelos são: controle à distância por infravermelho, regulação automática de temperatura (aquecem ou resfriam em função da temperatura interior), desumidificador, programação (para economizar energia e para um maior conforto,

pode-se selecionar e programar os intervalos de funcionamento), fluxo de ar regulável e velocidade da ventoinha.

b) AQUECEDORES: São equipamentos domésticos utilizados para aumentar a temperatura do ambiente. Os tipos mais comuns são os aquecedores elétricos e os aquecedores a óleo. No caso destes aparelhos a fonte de energia utilizada para o aquecimento é a energia elétrica.

c) UMIDIFICADORES: A umidade relativa do ar é a relação entre a quantidade de água existente no ar e a quantidade máxima que poderia haver na mesma temperatura. O nível baixo de umidade no ar, principalmente durante o inverno e a primavera, causa vários incômodos para a saúde. Problemas respiratórios e alérgicos como rinite, sinusite, espirros, tosse e sangramento nasal podem surgir e piorar com o clima seco. A baixa umidade do ar resseca a pele e as mucosas, provocando coceiras no nariz, garganta e nos olhos. A pele pode ficar irritada e apresentar rachaduras. Até mesmo dor de cabeça pode ser sintoma de baixa umidade.

Os umidificadores são aparelhos que possuem a função de regular a umidade no ambiente. A maioria destes equipamentos utiliza a tecnologia ultrassônica. O umidificador ultrassônico possui uma peça que vibra em frequência alta eliminando uma neblina fria no ambiente. Quando a água acaba, o umidificador desliga automaticamente. Se for utilizado um aquecedor no ambiente, os aparelhos com ar úmido frio são mais indicados, pois não superaquecem o ambiente.

d) VAPORIZADORES: Estes equipamentos também possuem a função de regular a umidade no ambiente. São conhecidos pelo nome de vaporizadores pois fervem a água e jogam vapor aquecido no ambiente (da mesma forma que um chuveiro elétrico no banheiro). Quando a água acaba, muitos aparelhos desligam automaticamente. Como sua tecnologia é simples, eles costumam ser mais baratos.

FONTES: 1- EPA – U.S. Environmental Protection Agency, 2013. What You Should Know about Refrigerants When Purchasing or Repairing a Residential A/C System or Heat Pump. Washington, DC. 2- PEREIRA, M.R.S. Como funciona o ar-condicionado. ABCMC: Associação brasileira de centros e museus de ciências. 3- UMIDADE do ar – saúde no inverno. CEPAGRI: Centro de pesquisas meteorológicas e climáticas aplicadas à agricultura. Campinas-SP.

QUESTÕES PARA ANÁLISE E REFLEXÃO:

- 1) Os aparelhos de ar-condicionado são equipamentos utilizados para manter o conforto térmico em ambientes fechados. Existem vários tipos e modelos disponíveis no mercado. A partir da leitura do texto de apoio, quais critérios você estabeleceria (além do custo) para a compra de um aparelho de ar-condicionado?
- 2) Vaporizadores e umidificadores são equipamentos que tem como função regular a umidade do ambiente. Eles são bastante úteis em períodos em que a umidade relativa do ar está abaixo dos 40%. Tanto nos períodos de clima seco, como em ambientes com ar condicionado, é essencial repor a umidade do ar, para preservar a qualidade da respiração. Quais as principais diferenças entre um vaporizador e um umidificador? Quais os cuidados que devemos ter ao utilizar um desses aparelhos?

PROPOSTA DIDÁTICA

Conteúdo Geral: ESTUDO DOS GASES E CINÉTICA QUÍMICA

Série (ano) do Ensino Médio: 2ª. SÉRIE

Número de aulas: 14 AULAS

Plano de Aula 10

1. **Introdução:** Nesta aula discutiremos os aparelhos de purificação do ar interior. O estudo será realizado através da classificação dos aparelhos de purificação de ar e da discussão sobre a eficiência desses equipamentos.
2. **Conteúdo Específico:** Estudo dos Gases.
3. **Duração:** 50 min.
4. **Objetivos:** Compreender o princípio de funcionamento dos aparelhos de purificação de ar, conhecer suas utilidades e limitações.
5. **Conteúdos privilegiados:** Aparelhos de purificação do ar interior.
6. **Orientação didática:** Para discutir os aparelhos de purificação do ar interior utilizaremos os Três Momentos Pedagógicos (3MP). Os 3MP propõem o estabelecimento de uma dinâmica dialógica em sala de aula entre o professor e os alunos objetivando a construção/reconstrução do conhecimento. Caracterizam-se por três etapas: problematização inicial, organização e aplicação do conhecimento. Nesta aula os 3MP estarão divididos da seguinte maneira:
 - a) **Problematização inicial:** A aula se iniciará através da introdução de alguns questionamentos: 1- *Na aula anterior nós discutimos as características dos aparelhos de climatização. Estes equipamentos podem auxiliar na diminuição da poluição interior, mas existem aparelhos específicos para a melhoria da QAI: são os purificadores de ar. Você sabe a diferença entre um aparelho de climatização e um aparelho de purificação do ar?* 2- *Como funcionam os aparelhos de purificação do ar interior?* Os alunos serão instigados a emitir suas opiniões a respeito do assunto e haverá uma breve discussão sobre o tema. O professor encaminhará os alunos para a leitura do texto de apoio e análise do roteiro do estudante.
 - b) **Organização do conhecimento:** os alunos, reunidos em duplas, realizarão a leitura do texto de apoio presente no roteiro do estudante e através da mediação do professor, construirão suas respostas relativas à sessão

“*Questões para análise e reflexão*”. Ao término das discussões e respectivas conclusões das equipes, será organizado um grande grupo para socializar as respostas dos estudantes e analisar o tema.

- c) Aplicação do conhecimento:** a aplicação do conhecimento se dará através de uma atividade que visa discutir as informações veiculadas pelos meios de comunicação em relação aos aparatos tecnológicos e suas aplicações. **ATIVIDADE PROPOSTA:** *Abaixo está a transcrição de uma propaganda de um purificador de ar veiculada na internet. O nome real do aparelho foi substituído pela palavra “DISPOSITIVO”.*

“DISPOSITIVO é um aparelho gerador de íons negativos e ozônio. Ozônio é um gás de cheiro característico e cor ligeiramente azulada, constituído de três átomos de oxigênio, e conhecido principalmente por seu efeito no equilíbrio ecológico da Terra. Ele é um componente natural da atmosfera e forma-se a partir da ação de raios ultravioleta sobre o oxigênio e de descargas elétricas atmosféricas (raios). Por sua capacidade de absorção dos raios UV, o ozônio é responsável pela vida sobre a Terra.”

A propaganda apresenta as características do gás ozônio e valoriza o equipamento devido à sua capacidade de emitir esse gás. A partir da leitura do texto de apoio e das recomendações sobre equipamentos emissores de ozônio, como você classificaria esta propaganda: correta, confusa ou enganosa? Justifique sua resposta.

- 7. Recursos didáticos:** Roteiro do estudante; Texto: “Aparelhos de purificação do ar interior”.
- 8. Avaliação:** A avaliação será realizada através da análise da participação dos alunos durante a aula, das atividades propostas no roteiro do estudante e dos diários de bordo. Os diários de bordo são relatos produzidos pelos alunos descrevendo cada uma das aulas. Estes diários devem ser entregues na aula subsequente.
- 9. Referências:**
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. **Alfabetização científico-tecnológica para quê?** Ensaio: Pesquisa em educação em ciências, v. 3, n. 1, 2001.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências:** Fundamentos e Métodos. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009.
- EPA – U.S. Environmental Protection Agency, 2012. **Ozone Generators That Are Sold as Air Cleaners:** An Assessment of Effectiveness and Health

Consequences. Washington, DC. Disponível em: <<http://www.epa.gov/iaq/pubs/ozonegen.html>>. Acesso em 06.ago.2013.

EPA – U.S. Environmental Protection Agency, 2013. **Residential Air Cleaners: A Summary of Available Information**. Washington, DC. Disponível em: <<http://www.epa.gov/iaq/pubs/airclean.html>>. Acesso em 12.jul.2013.

FIGUEIREDO, L. Componentes para salas limpas. **Revista SBCC**, São José dos campos, n. 14, p. 20-23, jul-ago/2003. Artigo Técnico. Disponível em: <http://www.sbcc.com.br/revistas_pdfs/ed%2014/14ArtigoTecnicoSalasLimpas.pdf>. Acesso em 07.ago.2013.

ROTEIRO DO ESTUDANTE: AULA 10

Texto: Aparelhos de purificação do ar interior

Os aparelhos de purificação do ar são dispositivos auxiliares utilizados para a melhoria da qualidade do ar em nossa casa ou local de trabalho. É importante salientar que normalmente, a maneira mais efetiva de resolver esses problemas é reduzindo as fontes da poluição e utilizando uma ventilação adequada. Os equipamentos sozinhos raramente removem de forma adequada todos os poluentes interiores das casas. Para compreender melhor sua utilidade e funcionamento, podemos classificá-los em duas categorias: removedores de partículas e removedores de gás.

a) REMOVEDORES DE PARTÍCULAS: Alguns tipos de purificadores podem remover efetivamente partículas como poeira e alérgenos do ar e podem ser classificados em mecânicos ou eletrônicos. Os purificadores de ar mecânicos extraem o ar e através da passagem desse ar por filtros porosos de tamanhos variados, retêm as partículas como em uma armadilha. Já no caso dos purificadores de ar eletrônicos existem três tipos de tecnologias disponíveis: geradores de ozônio, precipitadores eletrostáticos (ESPs), e ionizadores. Geradores de ozônio produzem ozônio, e serão discutidos mais tarde. ESPs usam uma pequena carga elétrica para coletar partículas de ar atraídas através do dispositivo. Ionizadores, ou geradores de íons negativos, fazem com que haja adesão das partículas a materiais perto do ionizador (como o carpete e paredes).

b) REMOVEDORES DE GÁS: Dispositivos de limpeza de ar residenciais que removem gases e odores são relativamente dispendiosos, tanto para comprar quanto para manter. Poluentes gasosos são tipicamente aprisionados ou destruídos quando o ar atravessa esses equipamentos. No entanto, na maioria dos casos, um filtro de partículas é tudo que se precisa.

SITUAÇÕES QUE DEVEM SER EVITADAS:

Segundo a Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA) existem alternativas que devem ser evitadas, pois auxiliam muito pouco ou pioram a qualidade do ar interior:

- **GERADORES DE OZÔNIO:** Não é aconselhável ao público usar os chamados "purificadores de ar" que são projetados especificamente para gerar ozônio dentro de casa. Estes dispositivos podem também ser combinados com um ionizador ou outras tecnologias. No entanto, estes aparelhos estão, na verdade, emitindo ozônio. O ozônio é um gás vital para o equilíbrio do planeta quando encontrado na estratosfera, mas um poluente do ar bastante nocivo quando encontrado nas camadas de ar próximas do solo. Respirar ozônio pode ser prejudicial, especialmente para crianças, idosos e pessoas com asma, enfisema, bronquite e outras doenças respiratórias. Geradores de ozônio causam poluição interna e com emissões em níveis seguros, não limpam o ar. Assim, é importante destacar que *você nunca deve usar um filtro de ar que deliberadamente produz ozônio.*

- **EXAUSTORES DE COZINHA:** Os filtros de ar na cozinha (exaustores) são utilizados para diminuir os gases e subprodutos do cozimento e frituras. No entanto, eles não removem eficazmente os poluentes do ar e umidade produzida por cozimento ou por aparelhos de cozinha que queimam gás natural ou propano. Apenas os exaustores que permitem o escape dos gases para o exterior devem ser usados.
- **PURIFICADORES DE AR DE MESA:** Pequenos, purificadores de ar de mesa (desktop) têm demonstrado que têm muito pouco efeito sobre os poluentes interiores.
- **PLANTAS:** Plantas de casa não removem eficazmente poluentes do ar interior. Apesar de alguns relatos indicando que certas plantas de casa podem remover quantidades significativas de poluentes do ar interior, vários outros estudos indicam que plantas de interior têm muito pouco, se algum, efeito sobre os níveis de poluentes interiores. Podem ocorrer efeitos pequenos, mas só com um número exageradamente grande de plantas, o que pode facilmente causar outros problemas, tal como o excesso de umidade.

FONTE: U.S. Environmental Protection Agency, 1990. Residential Air Cleaners: A Summary of Available Information. Washington, DC (adaptado – tradução nossa).

QUESTÕES PARA ANÁLISE E REFLEXÃO:

- 1) Aparelhos de purificação de ar são ferramentas auxiliares para a evitar a poluição do ar interior. Quais as maneiras mais efetivas de propiciar uma melhoria na qualidade do ar interior?
- 2) Alguns aspiradores de pó utilizam filtros do tipo HEPA (*High Efficiency Particulate Air Filters*), que em uma tradução livre poderíamos chamá-los de filtros de partículas de alta eficiência. O termo descreve os tipos de filtro projetados para captação e retenção de partículas submicrômicas, normalmente micro-organismos como ácaros, fungos e bactérias. Este filtro, além de reter estes micro-organismos tem a função de inibir sua proliferação, uma vez que em sua composição há um agente antimicrobiano. Segundo informações dos fabricantes, o filtro HEPA retém 99,5% das partículas de até 0,3 micrômetro (esse tamanho é cerca de 230 vezes menor que o diâmetro de um fio de cabelo). Enquanto vassouras e espanadores levantam as partículas de poeira e dispersam ácaros pelo ar, os aspiradores equipados com esses filtros coletam a sujeira com muito mais eficiência e conseguem prender o que foi sugado. O resultado é que nesses ambientes mais limpos se respira melhor. A partir da descrição acima, poderíamos classificar os aspiradores de pó equipados com esses filtros como um tipo de aparelho de purificação do ar? Justifique sua resposta.

PROPOSTA DIDÁTICA

Conteúdo Geral: ESTUDO DOS GASES E CINÉTICA QUÍMICA

Série (ano) do Ensino Médio: 2ª. SÉRIE

Número de aulas: 14 AULAS

Plano de Aula 11

1. **Introdução:** Nesta aula discutiremos as relações da tecnologia com a sociedade. O estudo será realizado através de uma reflexão sobre a natureza da tecnologia e suas implicações em nosso modo de vida.
2. **Conteúdo Específico:** Estudo dos Gases.
3. **Duração:** 50 min.
4. **Objetivos:** Reconhecer a tecnologia como dimensão da vida humana e refletir sobre seus usos, valores e influências.
5. **Conteúdos privilegiados:** Filosofia da tecnologia.
6. **Orientação didática:** Para oportunizar reflexões a respeito da natureza da tecnologia utilizaremos os Três Momentos Pedagógicos (3MP). Os 3MP propõem o estabelecimento de uma dinâmica dialógica em sala de aula entre o professor e os alunos objetivando a construção/reconstrução do conhecimento. Caracterizam-se por três etapas: problematização inicial, sistematização e aplicação do conhecimento. Nesta aula os 3MP estarão divididos da seguinte maneira:
 - a) **Problematização inicial:** A aula se iniciará através da introdução de alguns questionamentos: 1- *Nas últimas aulas discutimos as funcionalidades e limitações de aparatos eletrônicos que se propõem a melhorar a qualidade do ar interior. Hoje vamos encarar a mesma temática de um ângulo diferente, vamos falar de Tecnologia, com "t" maiúsculo. Você já parou para pensar sobre a influência da tecnologia no seu dia a dia? Como a tecnologia interfere na sua vida?* 2- *Será que discutir tecnologia se resume a falar de equipamentos eletrônicos? Afinal, como definir tecnologia?* Os alunos serão instigados a emitir suas opiniões e haverá uma breve discussão sobre o tema. O professor encaminhará os alunos para a leitura do texto de apoio e análise do roteiro do estudante.
 - b) **Organização do conhecimento:** os alunos, reunidos em duplas, realizarão a leitura do texto de apoio presente no roteiro do estudante e através da

mediação do professor, construirão suas respostas relativas à sessão “*Questões para análise e reflexão*”. Ao término das discussões e respectivas conclusões das equipes, será organizado um grande grupo para socializar as respostas dos estudantes e analisar o tema.

c) Aplicação do conhecimento: aplicação do conhecimento será realizada através da retomada dos questionamentos iniciais e de discussões orientadas pelo professor no intuito de refletir sobre a maneira como nos relacionamos com a tecnologia e como podemos influenciar em seus caminhos.

7. Recursos didáticos: Roteiro do estudante; Texto: “A filosofia da tecnologia”.

8. Avaliação: A avaliação será realizada através da análise da participação dos alunos durante a aula, das atividades propostas no roteiro do estudante e dos diários de bordo. Os diários de bordo são relatos produzidos pelos alunos descrevendo cada uma das aulas. Estes diários devem ser entregues na aula subsequente.

9. Referências:

AULER, D.; DELIZOICOV, D. **Alfabetização científico-tecnológica para quê?** Ensaio: Pesquisa em educação em ciências, v. 3, n. 1, 2001.

CUPANI, A. **A Tecnologia como problema filosófico: três enfoques.** Scientiae Studia. São Paulo. v.2, n.4, p.493-518, 2004.

_____. Filosofia da tecnologia. **Revista Filosofia Ciência & Vida**, São Paulo, ed.63, set. 2011. Matéria da capa. Disponível em: <<http://filosofiacienciaevida.uol.com.br/ESFI/Edicoes/63/artigo239056-1.asp>>. Acesso em 11.ago.2013.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências:** Fundamentos e Métodos. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

FEENBERG, A. **Transforming technology.** A critical theory revisited. Oxford: Oxford University Press, 2002.

WINNER, L. **The whale and the reactor.** A search for limits in an age of high technology. Chicago: The University of Chicago Press, 1986.

ROTEIRO DO ESTUDANTE: AULA 11

Texto: A filosofia da tecnologia

Nas últimas aulas nós discutimos os equipamentos utilizados para melhorar a qualidade do ar que respiramos em nossas casas. Compreender o funcionamento dos dispositivos tecnológicos e as possibilidades de utilizá-los para melhorar nossa qualidade de vida é, sem dúvida, um aspecto bastante importante de nossa relação com a tecnologia, mas falar em tecnologia não se resume a discutir as funcionalidades dos equipamentos eletrônicos de última geração. A tecnologia está presente na vida de todos nós, de maneira direta ou indireta. Pode-se afirmar que estamos imersos em toda uma mentalidade tecnológica, uma atitude tecnológica diante da realidade e em um mundo tecnológico do qual se torna cada vez mais difícil de se separar.

Uma das maneiras de definir a tecnologia seria dizer que ela designa modos de agir e fazer coisas, de acordo e ciente, com auxílio da informação científica. Esta última contribuição diferencia a tecnologia da simples técnica, ou seja, de modos padronizados de ação que fazem parte da vida humana desde seus primórdios. Produzir fogo à maneira primitiva friccionando madeira, ou fabricar pão, supõe técnicas (modos de *know-how*). De igual modo, fazer um cálculo ou tocar um instrumento implica o domínio de técnicas. Um vestido confeccionado por uma modista ou uma cadeira fabricada por um marceneiro são objetos técnicos. Na utilização de tais objetos ou na execução de atividades técnicas, não precisamos ser conscientes do conhecimento exigido pela sua fabricação ou invenção, e o seu aperfeiçoamento pode reduzir-se à estratégia de ensaio e erro. No entanto, a melhoria (ou até a reparação) de objetos técnicos requer certo grau de pensamento abstrato. Quando ele é parcialmente científico e a inovação técnica é sistemática, fala-se em tecnologia.

Hoje em dia, a imensa maioria dos objetos com que lidamos e que consumimos são produtos de atividades tecnológicas. As mais diversas atividades são agora tecnológicas: Administração, Arquitetura, Medicina, Agronomia, Pedagogia, Esporte... Vivemos mediante sistemas tecnológicos (são principalmente notórios os de transporte e comunicação), pensamos e valoramos cada vez mais em função de categorias tecnológicas. A mentalidade e a atitude tecnológicas são fáceis de advertir, bastando reparar no uso cada vez mais disseminado de expressões como "programar-se" para tal ou qual coisa, na avidez com que optamos por dispositivos que facilitem a nossa vida, na expectativa de que aparelhos e serviços sejam eficientes. As vantagens trazidas pela tecnologia são evidentes: muitas atividades se tornaram mais fáceis e rápidas, a existência é mais confortável, diversas doenças ou limitações são superadas e, sobretudo, possibilidades fantásticas (voar, prolongar a vida) surgem continuamente. Ao mesmo tempo, a tecnologia suscita dúvidas ou temores, como os relativos à clonagem, à energia nuclear e ao controle e manipulação das nossas vidas que os recursos tecnológicos permitem.

São muitas as questões que podem ser levantadas quando pensamos em tecnologia. Um exemplo são as reflexões sobre o impacto da tecnologia nas culturas tradicionais. A primeira e essencial modificação consiste na transformação paulatina de todos os problemas (práticos, sociais, existenciais) em questões técnicas, abordadas com critérios como racionalidade, e ciência, planificação, rapidez, facilidade, produtividade, etc. O conhecimento é entendido cada vez mais como informação ("dados"); o artificial é sistematicamente preferido ao natural. Dá-se

também uma mudança na percepção e valoração da temporalidade: o futuro (a dimensão da projeção e da planificação) passa a ser mais importante do que o passado (o que foi "superado"), e de algum modo, que o presente (o instante controlado pelo relógio). A personalidade humana se transforma: a espontaneidade é substituída pela sujeição a regras; a vivência própria cede à experiência comum, possibilitada pelos recursos técnicos; o sentimento se curva à escolha racional e o indivíduo se desenraíza cada vez mais do seu passado social para inserir-se no mundo abstrato da tecnologia, válida em qualquer contexto. As morais ancestrais são substituídas pelo "imperativo tecnológico" (o que pode ser feito deve ser feito). Pelo mundo afora, as culturas tendem a se assemelhar, os governos são tentados pela tecnocracia e a disseminação da mentalidade e dos produtos tecnológicos obscurece a possibilidade de viver de outra maneira.

Apesar de todos os argumentos dos críticos da tecnologia e sua influência em nosso modo de vida, temos também a opinião contrária, daqueles que vêem na tecnologia recursos essencialmente favoráveis e libertadores do ser humano. Para eles, os riscos e as perdas que os críticos atribuem à tecnologia, ou não são tais, ou são exagerados, ou são ainda compensados pelas vantagens trazidas pela tecnologia, facilitando as atividades necessárias à vida humana e abrindo-lhe constantemente novos horizontes.

Encontrar uma resposta para todas essas perguntas não é tarefa fácil (e talvez nem exista uma única resposta para cada uma delas), mas o simples ato de refletir sobre o assunto nos ajuda a entender melhor a época e o mundo em que vivemos.

FONTE: CUPANI, A. Filosofia da tecnologia. Revista Filosofia Ciência & Vida, São Paulo, ed.63, set. 2011 (adaptado).

QUESTÕES PARA ANÁLISE E REFLEXÃO:

- 1) No romance de ficção científica Admirável Mundo Novo, publicado em 1932, o escritor Aldous Huxley descreve um hipotético mundo futurista onde o Estado científico totalitário rege uma sociedade dividida em castas, em que as pessoas são pré-condicionadas biologicamente e condicionadas socialmente para viver em harmonia, suprimindo quaisquer emoções. As pessoas são como engrenagens de uma grande máquina seguindo as regras estabelecidas e sem possibilidades de escolha.

Neste contexto a tecnologia se apresenta como uma divindade, um ser supremo. É claro que estamos falando de um romance, mas será que nós (pessoas comuns) podemos decidir os caminhos da tecnologia? Será que podemos realmente fazer escolhas em relação a nossa maneira de viver ou os avanços tecnológicos moldam nossas vidas, independentemente de nossa vontade? Justifique sua resposta.

- 2) Em países com uma forte tradição bélica (como no caso dos Estados Unidos) o direito de adquirir e portar armas é defendido com bastante intensidade. É comum justificar o uso de armas através da seguinte argumentação: "Armas não matam pessoas, pessoas matam pessoas". Esta é uma visão neutra da tecnologia. Por outro lado, podemos argumentar que a única finalidade das armas é a de ferir as pessoas. Esta seria uma visão que encara a tecnologia como carregada de valores. Você acredita que toda tecnologia é neutra (depende do uso que fazemos dela) ou carregada de valores? Justifique sua resposta.

PROPOSTA DIDÁTICA

Conteúdo Geral: ESTUDO DOS GASES E CINÉTICA QUÍMICA

Série (ano) do Ensino Médio: 2ª. SÉRIE

Número de aulas: 14 AULAS

Plano de Aula 12

1. **Introdução:** Nesta aula abordaremos a cinética química através da ótica do modelo de partículas. O estudo será realizado através da análise da influência da temperatura e da superfície de contato na rapidez de uma reação.
2. **Conteúdo Específico:** Cinética Química.
3. **Duração:** 50 min.
4. **Objetivos:** Compreender a influência da temperatura e da superfície de contato na rapidez das reações e explicar essa influência através da hipótese do modelo de partículas.
5. **Conteúdos privilegiados:** Fatores que interferem na velocidade das reações.
6. **Orientação didática:** Para oportunizar o entendimento da cinética química através do modelo de partículas utilizaremos os Três Momentos Pedagógicos (3MP). Os 3MP propõem o estabelecimento de uma dinâmica dialógica em sala de aula entre o professor e os alunos objetivando a construção/reconstrução do conhecimento. Caracterizam-se por três etapas: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Nesta aula os 3MP estarão divididos da seguinte maneira:
 - a) **Problematização inicial:** a aula se iniciará através da introdução dos seguintes questionamentos: *O que pode tornar uma reação química mais ou menos rápida? Será que podemos controlar a velocidade das reações?* Os alunos serão instigados a emitir suas opiniões a respeito do assunto e o professor apresentará as experiências práticas para análise.
 - b) **Organização do conhecimento:** para a organização do conhecimento são propostos dois experimentos:
 - 1º. **Experimento:** Neste experimento, os alunos reunidos em equipes e auxiliados pelo professor, investigarão a influência da temperatura na velocidade das reações químicas. A experiência será realizada através da inserção de três pedaços similares de um comprimido efervescente em copos com água. Um dos copos será preenchido com água gelada, outro com água a

temperatura ambiente e o último com água quente. Após a realização do experimento, os alunos reunidos em suas equipes realizarão a análise da prática respondendo aos questionamentos propostos no roteiro do estudante.

2º. Experimento: Os alunos reunidos em equipes e auxiliados pelo professor, irão investigar a influência da superfície de contato dos reagentes na velocidade das reações químicas. A experiência será realizada através da inserção de dois pedaços similares de um comprimido efervescente em copos com água. Um dos pedaços do comprimido será triturado e o outro será colocado inteiro em dois copos com água a temperatura ambiente. Após a realização do experimento, os alunos reunidos em suas equipes realizarão a análise da prática respondendo aos questionamentos propostos no roteiro do estudante.

Ao término das discussões e respectivas conclusões das equipes, será organizado um grande grupo para socializar as respostas dos estudantes e analisar os experimentos.

c) Aplicação do conhecimento: a aplicação do conhecimento se dará através de um exercício que busca relacionar a influência da temperatura na velocidade das reações e sua aplicação em nossa vida cotidiana. **ATIVIDADE PROPOSTA:** *Por que os alimentos se conservam por muito mais tempo quando guardados na geladeira do que quando estão em temperatura ambiente?*

7. Recursos didáticos: Roteiro do estudante; Experimentos realizados em sala.

8. Materiais: a) Primeiro experimento: 3 béqueres de 100 ml, 1 comprimido efervescente, água fria, água quente, água a temperatura ambiente; b) Segundo experimento: 1 comprimido efervescente, 2 béqueres de 100 ml, água em temperatura ambiente, almofariz e pistilo.

9. Avaliação: A avaliação será realizada através da análise da participação dos alunos durante a aula, das atividades propostas no roteiro do estudante e dos diários de bordo. Os diários de bordo são relatos produzidos pelos alunos descrevendo cada uma das aulas. Estes diários devem ser entregues na aula subsequente.

10. Referências:

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências:** Fundamentos e Métodos. São Paulo: Cortez, 2009.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (Coord.). **Química cidadã:** materiais, substâncias, constituintes, química ambiental e suas implicações sociais. Volume 1. 1ª ed. São Paulo: Nova Geração, 2010.

ROTEIRO DO ESTUDANTE: AULA 12

a) 1º EXPERIMENTO:

Procedimento:

- 1- Divida o comprimido efervescente em quatro partes iguais.
- 2- Coloque água fria em um béquer, mais ou menos até a metade de seu volume.
- 3- Coloque a mesma quantidade de água em temperatura ambiente em outro béquer.
- 4- No terceiro béquer, coloque a mesma quantidade de água quente (não fervendo).
- 5- Adicione, simultaneamente, um pedaço do comprimido efervescente a cada béquer.
- 6- Observe e anote o que acontece, marcando o tempo de cada dissolução.

Análise de dados:

- 1- Como você explica o que você observou?
- 2- Que fator influenciou a rapidez da reação?
- 3- De acordo com os resultados obtidos nesse experimento, o que é necessário para aumentar ou diminuir a rapidez de uma reação?
- 4- Como o modelo de partículas poderia ser utilizado para explicar o que ocorreu?

b) 2º EXPERIMENTO:

Procedimento:

- 1- Divida o comprimido efervescente em duas partes iguais.
- 2- Triture uma das partes no almofariz, transformando-a em um pó bem fino.
- 3- Coloque a mesma quantidade de água nos dois béqueres.
- 4- Simultaneamente, adicione a um béquer a parte do comprimido que foi triturada e, ao outro béquer, a parte sem triturar.
- 5- Observe e anote, marcando o tempo de cada dissolução.

Análise de dados:

- 1- Qual parte do comprimido que reagiu mais rápido?
- 2- Como você chamaria o fator que influenciou a rapidez da reação?
- 3- De que forma esse fator aumenta ou diminui a rapidez de uma reação?
- 4- Considerando o modelo de partículas, como você explica o aumento da rapidez da reação em virtude do aumento da superfície de contato?
- 5- No preparo de alimentos, cite exemplos em que o tamanho do material é utilizado como forma de alterar a rapidez de um processo químico.

PROPOSTA DIDÁTICA

Conteúdo Geral: ESTUDO DOS GASES E CINÉTICA QUÍMICA

Série (ano) do Ensino Médio: 2ª. SÉRIE

Número de aulas: 14 AULAS

Plano de Aula 13

1. **Introdução:** Nesta aula abordaremos a cinética química através da ótica do modelo de partículas. O estudo será realizado através da análise da influência da concentração dos reagentes e dos catalisadores na rapidez de uma reação.
2. **Conteúdo Específico:** Cinética Química.
3. **Duração:** 50 min.
4. **Objetivos:** Compreender a influência da concentração dos reagentes e dos catalisadores na rapidez das reações e explicar essa influência através da hipótese do modelo de partículas.
5. **Conteúdos privilegiados:** Fatores que interferem na velocidade das reações.
6. **Orientação didática:** Para oportunizar o entendimento da cinética química através do modelo de partículas utilizaremos os Três Momentos Pedagógicos (3MP). Os 3MP propõem o estabelecimento de uma dinâmica dialógica em sala de aula entre o professor e os alunos objetivando a construção/reconstrução do conhecimento. Caracterizam-se por três etapas: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Nesta aula os 3MP estarão divididos da seguinte maneira:
 - a) **Problematização inicial:** a aula se iniciará através da introdução do seguinte questionamento: *Existem outros fatores, além da temperatura e da superfície de contato dos reagentes, capazes de aumentar a rapidez de uma reação?* Os alunos serão instigados a emitir suas opiniões a respeito do assunto e o professor apresentará as experiências práticas para análise.
 - b) **Organização do conhecimento:** para a organização do conhecimento são propostos dois experimentos:
 - 1º. **Experimento:** Os alunos reunidos em equipes e auxiliados pelo professor, irão investigar a influência da concentração dos reagentes na velocidade das reações químicas. A experiência será realizada através da inserção de dois pedaços de lã de aço em tubos de ensaio com o reagente (sulfato de cobre penta-hidratado) em diferentes concentrações. Após a realização do

experimento, os alunos reunidos em suas equipes realizarão a análise da prática respondendo aos questionamentos propostos no roteiro do estudante.

2º. Experimento: Neste experimento, os alunos reunidos em equipes e auxiliados pelo professor, irão investigar a influência dos catalisadores na velocidade das reações químicas. A experiência será realizada da análise da decomposição da água oxigenada em pedaços de batata. Um dos pedaços estará cru e o outro cozido. Após a realização do experimento, os alunos reunidos em suas equipes realizarão a análise da prática respondendo aos questionamentos propostos no roteiro do estudante.

Ao término das discussões e respectivas conclusões das equipes, será organizado um grande grupo para socializar as respostas dos estudantes e analisar os experimentos. Neste momento o professor deverá auxiliar os alunos na interpretação das práticas, mas deverá ser cuidadoso ao tratar do 2º. Experimento, pois os catalisadores serão abordados de maneira específica na aula seguinte.

c) Aplicação do conhecimento: a aplicação do conhecimento se dará através de um exercício que relaciona a concentração dos reagentes e sua influência na velocidade das reações e sua aplicação em nosso dia a dia. **ATIVIDADE PROPOSTA:** *“A partir de uma análise das práticas realizadas durante aula, explique por que abanamos a churrasqueira quando queremos que a chama aumente?”*

7. Recursos didáticos: Roteiro do estudante; Experimentos realizados em sala.

8. Materiais: a) Primeiro experimento: 2 tubos de ensaio, lâ de aço, solução de cobre penta-hidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) de concentração 0,1 mol/L, conta-gotas; b) Segundo experimento: uma batata crua, uma batata cozida, água oxigenada a 10 volumes, 2 placas de petri (ou pires), conta-gotas.

9. Avaliação: A avaliação será realizada através da análise da participação dos alunos durante a aula, das atividades propostas no roteiro do estudante e dos diários de bordo. Os diários de bordo são relatos produzidos pelos alunos descrevendo cada uma das aulas. Estes diários devem ser entregues na aula subsequente.

10. Referências:

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências:** Fundamentos e Métodos. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009.
SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (Coord.). **Química cidadã:** materiais, substâncias, constituintes, química ambiental e suas implicações sociais. Volume 1. 1ª ed. São Paulo: Nova Geração, 2010.

ROTEIRO DO ESTUDANTE: AULA 13

a) 1º EXPERIMENTO:

Procedimento:

- 1- Com dois pedaços de lã de aço, faça duas bolinhas de mesmo tamanho;
- 2- Coloque 5 mL da solução de sulfato de cobre em um tubo de ensaio (tubo1).
- 3- Coloque 1 mL da solução de sulfato de cobre em outro tubo de ensaio e acrescente 4 mL de água (tubo 2). Agite a solução.
- 4- Coloque, ao mesmo tempo, uma bolinha de lã de aço em cada tubo.
- 5- Observe por 5 minutos e anote.

Análise de dados:

- 1- Descreva o que ocorreu nos tubos 1 e 2.
- 2- O que aconteceu à lã de aço? Por que?
- 3- Represente, por meio de desenhos, as reações ocorridas nos tubos 1 e 2, destacando a diferença entre elas.
- 4- Em qual dos tubos a concentração de CuSO_4 era maior?
- 5- Neste tubo a rapidez da reação foi maior ou menor?

b) 2º EXPERIMENTO:

Procedimento:

- 1- Em uma placa de Petri coloque um pedaço de batata crua e um pedaço da cozida.
- 2- Coloque 3 gotas de água oxigenada em cada pedaço, observe e anote.

Análise de dados:

- 1- A água oxigenada se decompõe naturalmente produzindo água e gás oxigênio. Essa reação pode ter sua rapidez aumentada, produzindo maior quantidade de oxigênio. Represente essa reação.
- 2- Compare a rapidez da reação ocorrida em cada placa de Petri. O que diferenciou a rapidez das reações?
- 3- Como você chamaria o fator que alterou a rapidez da reação?

PROPOSTA DIDÁTICA

Conteúdo Geral: ESTUDO DOS GASES E CINÉTICA QUÍMICA

Série (ano) do Ensino Médio: 2ª. SÉRIE

Número de aulas: 14 AULAS

Plano de Aula 14

1. **Introdução:** Nesta aula discutiremos o conceito dos catalisadores. O estudo será realizado através de uma análise do princípio de ação dos catalisadores e de sua influência na rapidez das reações químicas.
2. **Conteúdo Específico:** Cinética Química.
3. **Duração:** 50 min.
4. **Objetivos:** Compreender a influência dos catalisadores na rapidez das reações químicas.
5. **Conteúdos privilegiados:** Catalisadores.
6. **Orientação didática:** Para discutir características dos catalisadores utilizaremos os Três Momentos Pedagógicos (3MP). Os 3MP propõem o estabelecimento de uma dinâmica dialógica em sala de aula entre o professor e os alunos objetivando a construção/reconstrução do conhecimento. Caracterizam-se por três etapas: problematização inicial, organização e aplicação do conhecimento. Nesta aula os 3MP estarão divididos da seguinte maneira:
 - a) **Problematização inicial:** a aula se iniciará através do seguinte questionamento: *No segundo experimento da aula anterior (aquele em que usamos água oxigenada em batata crua e cozida) percebemos que a presença de catalisadores (no caso, enzimas) acelera a reação de decomposição. Mas afinal, como eles fazem isso?* Os alunos serão instigados a emitir suas opiniões a respeito do assunto e o professor encaminhará os alunos para a leitura do texto de apoio e análise do roteiro do estudante.
 - b) **Organização do conhecimento:** os alunos, reunidos em duplas, realizarão a leitura do texto de apoio presente no roteiro do estudante e através da mediação do professor, construirão suas respostas relativas à sessão *“Questões para análise e reflexão”*. Ao término das discussões e respectivas conclusões das equipes, será organizado um grande grupo para socializar as respostas dos estudantes e analisar o tema.

c) Aplicação do conhecimento: aplicação do conhecimento será realizada através da retomada dos questionamentos iniciais e de discussões orientadas pelo professor no intuito de compreender o modo como os catalisadores interferem na velocidade das reações e sua importância em diversos processos industriais.

7. Recursos didáticos: Roteiro do estudante; Texto: “Catalisadores”.

8. Avaliação: A avaliação será realizada através da análise da participação dos alunos durante a aula, das atividades propostas no roteiro do estudante e dos diários de bordo. Os diários de bordo são relatos produzidos pelos alunos descrevendo cada uma das aulas. Estes diários devem ser entregues na aula subsequente.

9. Referências:

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências:** Fundamentos e Métodos. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

EVANS, J. Monóxido de carbono: mais do que um gás letal. Tradução de: ROCHA-FILHO, R.C. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 9, mai. 1999. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc09/atual.pdf>>. Acesso em 13 ago.2013.

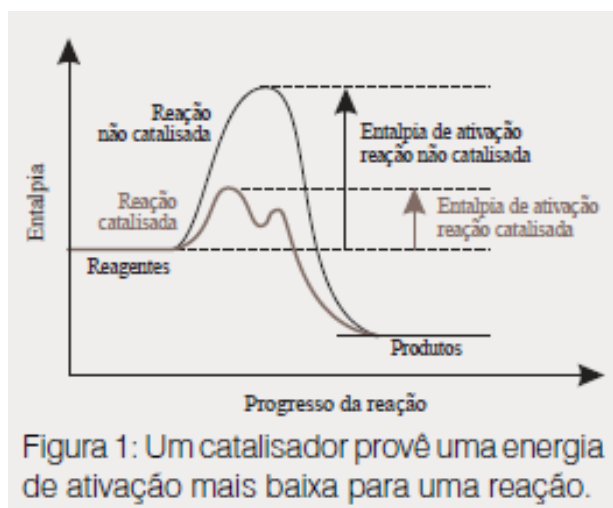
MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. **Química:** ensino médio. São Paulo: Scipione, 2010.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (Coord.). **Química cidadã:** materiais, substâncias, constituintes, química ambiental e suas implicações sociais. Volume 1. 1ª ed. São Paulo: Nova Geração, 2010.

ROTEIRO DO ESTUDANTE: AULA 14

Texto: Catalisadores

Mais de 80% dos produtos químicos são obtidos utilizando-se catalisadores, alguns dos quais são caros componentes no processo; de qualquer modo, seus benefícios devem compensar esse custo. A palavra ‘catalisador’ é usada coloquialmente no sentido de facilitar um processo com um dado objetivo — e isso dá uma boa idéia da ação química. O processo é facilitado, tornando-se mais rápido, por meio do abaixamento da barreira de energia (ou energia de ativação). Assim, a reação ocorre mais rapidamente para produzir a molécula almejada usando uma opção de possibilidades energeticamente favorecidas. Poderíamos considerar uma agência computadorizada de namoro como uma boa analogia para um catalisador. Ela possibilita um acesso rápido a possíveis parceiros, um mecanismo para que novas relações em potencial ocorram mais rapidamente — o que se assemelha a uma reação química sendo acelerada.



Os catalisadores alteram a rapidez das reações químicas e apresentam ainda uma importante peculiaridade: não são consumidos durante o processo. No 2º. experimento realizado na aula anterior, o que fez aumentar a rapidez da decomposição da água oxigenada na batata crua foi a presença de catalisadores. Esses catalisadores biológicos são chamados de **enzimas**. Os alimentos crus têm enzimas, por isso sua reação é acelerada comparada ao alimento cozido, no qual a enzima foi desnaturada (quebrada) pela ação do calor.

Em geral, a vantagem de se usar um catalisador para aumentar a velocidade de uma reação química é que o processo pode ser operado em temperaturas e pressões menores, poupando-se energia e reduzindo-se custos. Outro aspecto importante é que o catalisador é engendrado para ter alta *seletividade* para o produto requerido, isto é, para minimizar produtos secundários. Isso, além de levar a um uso mais eficiente dos recursos do ponto de vista econômico, também reduz a quantidade de rejeitos, o que é melhor para o meio ambiente.

Monóxido de carbono e catálise

A maioria das pessoas sabe que o monóxido de carbono é um gás tóxico, perigoso, emitido por exemplo, pelo escapamento de carros e chamas a gás mal reguladas. Entretanto, o monóxido de carbono também pode ser uma matéria-prima básica útil para a indústria química, ajudando na produção de importantes compostos orgânicos. Como exemplo, podemos seguir os passos atômicos desde o gás natural até o ácido etanóico — ácido acético (talvez mais conhecido como o ácido contido no vinagre) — e seu anidrido etanóico (Quadro 1). O anidrido etanóico (comumente

denominado de anidrido acético) é um produto químico valioso na fabricação de solventes e plásticos.

Quadro1: Catalisadores industriais em uma seqüência: de gás natural a ácido acético e anidrido acético (os principais elementos usados nos catalisadores são mostrados entre colchetes).

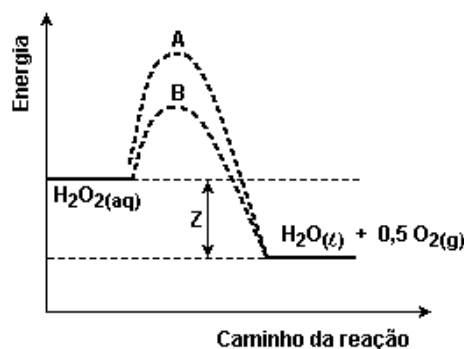
Etapa 1:	$\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \xrightleftharpoons{[\text{Ni}]} \text{CO} + 3\text{H}_2$	reforma a vapor (heterogênea)
Etapa 2:	$\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \xrightleftharpoons{[\text{Fe}]} \text{CO}_2 + \text{H}_2$	deslocamento gasoso da água (heterogênea)
Etapa 3:	$\text{CO} + 2\text{H}_2 \xrightleftharpoons{[\text{Cu}, \text{Zn}]} \text{CH}_3\text{OH}$	síntese do metanol (heterogênea)
Etapa 4:	$\text{CO}_2 + 3\text{H}_2 \xrightleftharpoons{[\text{Cu}, \text{Zn}]} \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$	síntese do metanol (heterogênea)
Etapa 5:	$\text{CH}_3\text{OH} + \text{CO} \xrightleftharpoons{[\text{Rh}, \text{I}]} \text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$	carbonilação do metanol (homogênea)
Etapa 6:	$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{CH}_3 + \text{CO} \xrightleftharpoons{[\text{Rh}, \text{I}]} (\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$	síntese do anidrido acético (homogênea)

As reações acima enunciadas mostram que o monóxido de carbono pode ser uma matéria-prima básica muito útil para a indústria, ao mesmo tempo que mostram a importância do uso da catálise. Catalisadores são parte essencial da indústria química e, na realidade, seu uso está ficando cada vez mais disseminado — seja no preparo de simples produtos petroquímicos, como aqui descrito, seja na formação precisa de moléculas mais complicadas, como aquelas de substâncias usadas como remédios.

FONTE: EVANS, J. Monóxido de carbono: mais do que um gás letal. Tradução de: ROCHA-FILHO, R.C. Química Nova na Escola, São Paulo, n. 9, mai. 1999.

QUESTÕES PARA ANÁLISE E REFLEXÃO:

- Os catalisadores são substâncias que atuam nas reações químicas proporcionando um caminho alternativo que apresenta uma barreira de energia de ativação mais baixa. Assim, com menor energia de ativação, as reações químicas ocorrem mais rapidamente. Com base na leitura do texto de apoio, cite outras vantagens da utilização de catalisadores nas reações químicas.
- Reações químicas ocorrem, geralmente, como resultado de colisões entre partículas reagentes. Toda reação requer um certo mínimo de energia, denominada energia de ativação. O gráfico a seguir representa a reação de decomposição da água oxigenada. A análise do gráfico nos permite afirmar que:



- a reação ocorre em duas etapas.
- o catalisador influencia nas propriedades dos produtos.
- a curva A representa a reação na presença de um catalisador.
- a curva B representa a reação na presença de um catalisador.
- sem o catalisador não poderia haver reação.

APÊNDICE 7 – RELATOS DOS ESTUDANTES

Com esse diário de bordo venho descrever a aula do dia 19/09/2013, na qual o professor inicialmente nos entregou uma folha que continha um texto sobre a qualidade do ar interior e os principais poluentes do ar interno. Depois começamos a debater sobre a qualidade do ar das casas em geral e das cidades com fábricas mais próximas. No começo da aula eu sinceramente achava que o ar dentro das casas tinha uma qualidade melhor, mas lendo o texto e com a explicação do professor vi que dentro de casa existem muita mais matéria que possam poluir o ar.

Depois o professor nos entregou algumas atividades relacionadas ao assunto. Achei a aula muito interessante pois é um assunto que poucas pessoas sabem que o ar dentro de sua própria casa pode ser de pior qualidade do que no exterior da casa. O que eu acho que poderia ter era algum vídeo e slides explicando com mais detalhes, mas a aula no geral foi muito boa e acho que muitas pessoas aproveitaram essa aula.

nesta aula discutimos sobre a poluição interna e essa era um assunto que não tinha quase ou nenhum conhecimento também não sabia que o ar interno em muitos dos lugares é muito mais poluído que o externo pois no interior de ambientes há muitas fontes que acabam por emitir mais coisas que colaboram para a poluição como por exemplo: cigarros, sprays, aerosol, purificadores de ar, impressoras a laser, então o ar que respiramos dentro de casa é pior que o que está do lado de fora.

na aula percebi também do parte dos professores que ele tem todas suas devidas sendo assim me fiz da aula eu me senti bem confiante sobre que aprendi o assunto.

DIÁRIO DE BORDO (D008)

A aula foi muito interessante, muitos alunos participaram e deram suas opiniões, foi muito boa a participação. Fizemos um debate sobre o texto "A contaminação do ar interior pode ter origem tanto no interior da própria edificação como no próprio exterior, com impactos diversos sobre a saúde e o bem-estar". Depois disso fizemos algumas perguntas. Na minha opinião eu gostei da aula pois foi uma aula interativa e fiquei sabendo de coisas que não sabia.

DIÁRIO DE BORDO (D009)

No dia 19/09/13 o professor perguntou "qual
 era que foi mais a interior ou exterior?"
 esse foi o tema da aula ou seja interior
 de uma casa ou fora.

Alisadimos um sobre o assunto e chegamos
 a conclusão que na interior da casa com
 é mais poluída que na exterior pois interior
 tem, mofo, fumaça de cigarro, pó, produtos
 de limpeza, tudo isso sem ambiente ao.
 Mas pode causar doenças tipo: asma,
 sinusite nos olhos, dor de cabeça entre
 outras.

Eu acho interiormente pois a maioria
 das pessoas acham que a poluição está
 na exterior por causa das fumaças indus-
 triais que surge no ar, mas achamos
 que a era mais poluída é a interior por-
 que foi interior contaminada com os ar.
 Com uma aula aprendi que um lugar
 fechada é que tem mais poluição que
 na exterior. Foi uma descoberta porque
 uma aula pois jamais tinha pensado nisso.

NA PRIMEIRA AULA DO DIÁRIO DO ESTUDANTE OS ALUNOS TIVERAM UMA BOA AULA SOBRE A QUALIDADE DO AR INTERIOR, SE O AR INTERNO DA NOSSA RESIDÊNCIA É DE MAIOR OU MENOR QUALIDADE DO AR EXTERNO, O QUE RESPIRAMOS FORA DE CASA, E CHEGAMOS À CONCLUSÃO DE QUE O AR QUE RESPIRAMOS DENTRO DE CASA É DE UMA QUALIDADE BEM INFERIOR DO AR EXTERNO, E ISSO PORQUE EXISTE DENTRO DE NOSSA CASA VÁRIOS PRODUTOS POLUENTE E NEM PERCEBEMOS, ALÉM DO AR QUE TEM UMA PÉSSIMA QUALIDADE DENTRO DE CASA, JÁ QUE ELE TEM POUCA CIRCULAÇÃO.

NÓS QUASE SEMPRE PENSAMOS O CONTRÁRIO POR QUE A POLUIÇÃO INTERNA É SEMPRE INVISÍVEL, SEM QUE NÓS PERCEBEMOS ELA NOS FAZ MAL, ENQUANTO A POLUIÇÃO DO AR EXTERNO É BEM MAIS VISÍVEL E TAMBÉM MENOR, JÁ QUE O AR ESTÁ EM CIRCULAÇÃO CONSTANTEMENTE.

No dia 26 de setembro, o professor Schoney de química levou nossa turma para uma outra sala, e fizemos um experimento de amoníaco (NH_3) ácido clorídrico (HCl). Nos tinhamos que descobrir o que aconteceu quando tempou os dois elementos dentro de um tubo transparente, então vimos que os dois elementos se juntaram e teve uma reação química que formou um terceiro elemento. Nos vimos também, num frascinho que ele levou com um líquido com um cheiro forte que se cheiro se espalha pelo ar, e o que tem o odor mais forte é o que do pra sentir melhor.

Restante, no final da aula ele deu uma pergunta para gente responder. Nos tinhamos que falar se o gás da coqueira quando está cozendo é a mesma coisa que o cheiro dele. É é sim, porque se não tivesse gás cozendo não teria o cheiro ou o cheiro, só existe um porque tem o outro.

Quando juntou os dois substâncias e formou um terceiro elemento, isso é representado como: $(\text{NH}_3) + \text{HCl}$ (NH_4Cl).

Tudo se iniciou com um experimento. Quando entramos na sala havia alguns recipientes em cima das mesas e ninguém imaginava o que havia dentro desses potes. Então o professor fez a seguinte pergunta: Vocês sabem me dizer o que há dentro desses recipientes? E ninguém sabia o que tinha e passa de alguns minutos o professor respondeu que tinha perfume nos recipientes e eu não imaginava que fosse perfume porque ia haver que entrometido na sala havia um cheiro de tinta e isso ajudou a confundir.

No segundo experimento o professor chamou todos para perto da mesa onde havia um tubo de vidro, dois cotonetes com substâncias mistas e o professor pediu ajuda de alguém e eu fui ajudar ele. Pegamos um cotonete cada um e mergulhamos eles em substân-

cias e aí cada um colocou um cotonete na ponta do tubo de vidro e ficamos esperando alguns minutos quando de repente surge um vapor um pouco antes do meio do tubo e aí fica a pergunta, o que ocorreu ali? Ocorreu uma reação química que formou uma terceira substância e se era possível ver porque o cloreto de cobre é visível e se não se fosse meu o vapor no meio do tubo de vidro porque uma substância é mais pesada que a outra e isso faz com que uma se espalhe mais rápido que a outra.

na 2ª aula de química referente à experimento, o professor explicou claramente sobre misturas e substâncias gasosas, podendo ser visíveis ou não.

O professor misturou em um tubo duas substâncias: Amônia (NH_3) e ácido clorídrico (HCl). Essas substâncias ficaram sem espaço para se espalharem no tubo e se encaixaram formando uma espécie de anel, mas esse anel não se formou exatamente no meio do tubo, mas sim, no lado em que a substância é menos densa (HCl).

No final da experiência pode ser feito a representação da reação química assim: $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$

Antes dessa experiência, havia uma outra pequena experiência, onde deveríamos representar em desenho e espalhamento de moléculas de gás pelo resto da sala e megafones. A conclusão de que adições em prática é muito mais aproveitosa a aula.

No dia 30/09/13 O professor fez três experiências, com
 siringa, balão, bala e selênio.

Então fizemos experimentos que envolvem gases, molicasas,
 vento e calor. O primeiro experimento que fizemos foi
 o do selênio, colocamos ele em uma montanha russada
 até que a siringa que estava na ponta fosse enchida, e
 descobri que a siringa se enchendo foi causa do calor
 da montanha russada com que as molicasas começaram a
 se movimentar e ficar agitadas e tudo até o balão se
 encher, as molicasas ficaram no balão, foi as molicasas
 se agitaram (espalharam) e ficaram a maioria no balão, e
 foi causa do calor que ajudou também.

O segundo experimento que fizemos a montanha russada
 foi o do pó que fizemos uma siringa que fosse com
 que não entrasse e não saísse as furando e se
 o selênio fosse a siringa não fosse a
 molicasas fica mais espalhada porque o vento das
 molicasas ficaram na siringa com a furada fechada
 com esse ar ficou no selênio ficou na siringa
 até fora a garrafa no caso o (do selênio).

Na terceira experiência não usamos uma
 siringa tampando ela com o dedo para que não
 entre e não saia ar, foi isso ela fica espalhada, mais
 felpada, quando apertamos com o dedo a siringa
 as molicasas ficam em furada elas começam a se
 agitar, foi elas querem espaço para sair. →

Eu acho legal essa aula porque gosto de coisas
 que envolvem experiência, foi uma coisa que não
 nunca iria fazer para saber se sabe essas coisas,
 e quando fizemos esse tipo de aula aprendemos e
 descobrimos coisas novas e da vontade de querer
 fazer mais experimentos para que possamos descobrir
 mais coisas que fãmos descobririas só fazendo
 essas aulas mesmo, muito legal a do balão da
 montanha russada gostei.

Hoje a aula foi muito interessante trabalhar com aula prática é mais impolgante e a gente aprende e memoriza melhor a aula. Hoje estudamos sobre o ar e como ele se comporta dentro de uma seringa e depois de apertarmos ela, e outras experiências. Minha conclusão foi que o ar preenche o local todo onde ele está mas se tiver uma sugação de algum lugar o ar continua em todo o local mais as partículas preenchem tudo mas em menos quantidade e separadamente. Uma coisa que achei muito legal a última pergunta sobre a serra do mar que nossos ouvidos tampão quando nós descemos a serra o ar comprime o ouvido formando um tampão, até se acostumar com a pressão do ar exterior.

☺ A aula foi muito mais interessante.

DIÁRIO DE BORDO (D033)

nessa aula de química foi muito legal, pois fizemos várias experiências.

A primeira experiência foi a seringa com ar, a segunda foi sobre o espaço do ar quando a esfera se desloca para a esquerda, e a terceira, foi sobre a aquecimento de um elemento cheio de ar que também o ar se desloca, pois tem mais espaço quando aquecido, e o líquido dentro, aprendemos também os cálculos das experiências e foi super legal, eu entendendo a matéria, finalmente química está ficando legal, pois não estamos fazendo só conta.

DIÁRIO DE BORDO (D034)

Na aula do dia 30/09/13, o professor falou para ficarmos em duplas para verter, fazer experimentos com que usamos a seringa Kitasato, balão e ulemmuya. Com duas duplas nós fizemos 2 experimentos sobre gases, moléculas e a seleção ~~de~~ calor. Primeiro experimento tem com as moléculas, por exemplo, quando aquecemos a fundo de ulemmuya com uma marota aquecida, que ~~está~~ contém na boca um balão de látex, a berriga archa por causa que o calor, faz com que as moléculas fiquem agitadas e subem a marota para o balão, fazendo archar a berriga; isso ocorre por que dependendo do tempo, as moléculas (do ar) pode de não ficar mais agitadas, no caso com o calor essas moléculas ficam mais agitadas e por isso se espalham rapidamente. Agora no caso do 2º experimento, nós usamos um Kitasato que tem uma seringa forte, que tem um tubo e um saco de oxigênio, e o oxigênio contido no ulemmuya para a seringa, as moléculas do ulemmuya ficam mais espalhadas, pois o ventão daquelas moléculas está na seringa, e em pouco tempo com que esse oxigênio contido na seringa está está para o ulemmuya. No 3º experimento, usamos uma seringa e a ponta do nosso dedo; quando picamos o ar para a seringa, itempando e para não ventar e nem sair o ar, essas moléculas ficam todas espalhadas, soltas, mas quando apertamos a seringa essas moléculas passam a ficar em uma mesma pressão, fazendo com que essas moléculas fiquem agitadas para queiram mais espaço de sair.



Quando o professor falou para nós fazerem experimentos, eu gostei muito por que eu vou fazer coisas novas e fazer experimentos de muito diferentes e legais, eu aprendi muito com as experiências e com a aula, e muito legal sobre sobre a movimentação das moléculas, e para saber eu vou ter uma noção sobre as movimentações das moléculas e preciso ter um bom raciocínio, por que pensar de não estar sendo nada ~~de~~ e isso não, mas entender um pouco mais (o que é muito legal).

No dia 7 de outubro, nessa turma, o professor Wiltony, discutimos o assunto sobre a teoria cinética dos gases. O professor começou a aula fazendo umas perguntas difíceis como de costume. Ao decorrer da aula, vimos que não era tão difícil assim.

Nos aprendemos que como as partículas estão em constante movimento e a energia cinética é diretamente proporcional à temperatura, mesmo a temperatura muito baixa, elas possuem energia cinética. Apenas no zero da escala, equivalente a -273°C , cessaria todo o movimento das partículas. É as matérias gasosas são constituídas por partículas muito pequenas e que se movimentam porque possuem energia cinética, e não existe forças atrativas ou repulsivas entre elas. É também vimos que no inverno como a temperatura é baixa faz com que as partículas se movimentem mais lentamente. Já no verão diferentemente que no inverno, o calor faz as moléculas ficarem mais agitadas.

É no final da aula falamos sobre as transformações: isotérmica, que se refere a mesma temperatura; isobárica que a pressão é conservada; e a transformação isovolumétrica também conhecida como isocórica e nesse caso não ocorre variação de volume.

Dia 10/10/13 O professor pediu para que nós
 de reuníssemos em quatro grupos contendo quatro pessoas
 ou mais em cada grupo. Depois ele distribuiu quatro
 caixas quadradas um para cada grupo e que elas
 fossem circulando pelos grupos para descobrirmos
 o que tinha dentro das caixas.

Meu grupo começou com a caixa número 1,
 então cheguei lá e nós ouvimos o professor
 achar que fuldese tu algodão depois o professor
 abriu a caixa e descobrimos que tinha uma luva
 cheia com flocos de milho branco que tinham um
 lá dentro, foi na caixa número 2 nós achamos que
 tinha um sapador para fazer um triângulo e fazia
 bruxella, aí o professor abriu a caixa e tinha um livro
 dentro, na caixa número 3 achamos que tinha um
 canito e um saquinho, porque faziam tu duas caixas e
 elas se encaixam uma na outra e desliza fácil quando a
 caixa era cheguei lá, depois o professor abriu a caixa
 e tinha duas peças de um quebra-cabeça, e na última
 caixa número 4 achamos que era um mala, pois tinha
 uma parte protuda e outra retangular, depois o professor
 abriu a caixa e tinha um cascador de viagem laranja.

No começo da aula o professor tinha feito a seguinte
 pergunta: "O que seria um modelo científico? Eu entendi que um
 modelo científico é ~~quando~~ uma forma de definir algo, mas
 com características bem próximas das ~~características~~ de tal coisa.
 Dependendo do modelo, faz cada modelo tem sua utilidade →

mas o modelo científico serve ~~para~~ para explicar
 como esse modelo é.

Eu gostei dessa aula, foi uma coisa diferente
 sempre tive curiosidade em saber como seria uma
 aula com coisas novas, diferentes e essa aula foi
 uma dessas, é legal de se fazer e da mais vontade
 de aprender, essa aula foi exemplo de se entender
 que o eu não pode se valer uma caixa para ser
 mais agente sente e imagina do novo jeito como
 são as malucas, pois não tem como abrir uma
 caixa para saber como elas realmente são.

Essa aula foi muito interessante e legal pois fizemos um jogo com 4 caixas de papelão e também com que adinhamos e que tinha nas caixas sem abri-las. A caixa mais fácil que tinha era a número 2, que tinha um lipe as outras caixas era quase impossível de adinhamos e que tinha dentro; mas pelo menos chegamos e depois duas pericidas no que tinha dentro da caixa.

A caixa número 3 era muito difícil e o professor quis fazer uma pergunta pois ele ~~o~~ colocou uma lúida de tamanho da caixa, daí nós fizemos. Anulhe num tempo para daí pensamos que não tinha nada, Nas outras duas caixas tinham peças de quatro-cabeça e um recado de limpezado e nós conseguimos acertar muitas coisas mais pelo menos acertamos uma.

Eu achei a aula bem legal, diferenciada dos outros e eu entendi muito mais a matéria de química do que antes.

Nona aula hoje, estudamos sobre o modelo científico e de como ele é criado. O professor nos deu quatro caixas fechadas e a gente tinha que adivinhar ou chegar próximo ao objeto que estava lá dentro, pegamos todas as caixas, chamamos, merúamos e em grupo tivemos as conclusões. Depois de todos os grupos terminarem de adivinhar o prof. abriu as caixas então podemos saber o que realmente estava dentro das caixas, nesse grupo chegou muito próximo dos objetos. É nessa brincadeira podemos entender como o modelo científico é estudado, que nem sempre o modelo é exatamente como nós vemos, que ele se assemelha ao real, é uma forma de entendermos como é e poder estudar com maior facilidade e entendimento. A aula foi muito divertida e clara no meu ponto de vista pude entender melhor como é feito o modelo científico.

Na quinta aula o professor trouxe umas caixas numeradas, tinha a 1, 2, 3 e 4, e em cada uma havia um objeto. E nós tínhamos de dizer o que nos achávamos que havia dentro.

A primeira que vimos foi a 4 que nos achamos que era um tubo de cola, mas era um secador de brinquedo. Depois a 2 que achamos que era uma agenda, mas era um livro, depois a 3 que era um quebra cabeça, e achamos que era uma borracha com a capa, depois veio a número 1 que achamos que não havia nada, mas tinha um balão cheio.

Os modelos que demos não foram exatamente iguais, mas foram muito próximos.

A aula falava sobre o que seria um modelo científico e qual sua utilidade. É tipo, uma provável representação de algo, que nem sempre é igual ou parecido. É a utilidade de representar algo que não se pode ver ou é muito pequeno para podermos saber.

Na aula no dia 10 de outubro, o professor Brito-
ney levou umas caixas para sala de aula com coisas
misturadas dentro, não tínhamos que descobrir o que
é que tinha nessas caixas, como sempre uma tarefa
difícil. Nessa turma não chegou nem perto dos respos-
tos certos. Dentro das caixas tinha coisas impossíveis de
descobrir como por exemplo recorde de cabelo da fêmea
dele.

Aprendemos nessa aula, que nem tudo que parece
é, ou nem tudo que estava dentro das caixas era
o que desenhemos, mas as características eram seme-
lhantes. Falamos também sobre modelo científico, o
que é, a parte que serve, um modelo científico
não é o modelo exato das coisas, mas tem caracte-
rísticas semelhantes e sempre pode estar mudando alguns
detalhes, e ele serve para explicar ou representar
uma teoria. Enfim a aula foi divertida e apren-
dida como todas as outras.

Na quinta aula foi feita uma atividade prática que consistia em preparar o que poderia haver dentro de quatro caixas (desidentificadas por papardes) a fim de sentirmos na pele como um dígito para os cientistas estabelecerem modelos que representem a realidade, ou seja, modelos científicos.

Modelos científicos podem muito bem serem estabelecidos usando como base os sentidos (fazendo experimentos que tenham como fim ver, ouvir, sentir, observar certas mudanças) ou a razão (não dependendo necessariamente de experimentos). A finalidade disso tudo é poder entender o que acontece realmente, em vez de ver o que, até agora, não pôde ser visto ou apreendido.

Os modelos que foram iniciais a propor, podiam ser feitos dos dois maneiras, mas a experimental se torna mais difícil quando não podemos ver o que está lá dentro. Restou optar para tentar ~~os~~ notas suas formas geométricas, baseadas no bom que eles faziam quando rolavam.

A aula começa com a professa perguntando, um mente de coisas; ele pergunta se toda pesquisa é compreendida; se os pesquisadores não são influenciados por parentes ou outras pessoas, se tudo o que é compreendido cientificamente é verdade e se sempre dura, resta com todas as humanas. É, então, dessas perguntas a professa nos trouxe um texto pequeno e algumas perguntas sobre o tema em que ele estava coberto.

Apartir do texto e das perguntas descobrimos que os cientistas não humanas também por isso, ele pode ser influenciados por alguém, se digis que alguma pesquisa se está a se para ganhar dinheiro ou outra coisa ex: algum cientista está prestes a falar qual é a real toda de sua pesquisa sobre os fones de ouvido, mas esse cientista conclui que os fones de ouvido não faz mal no ouvido, só porque os casos que nem os fones de ouvido vez com que ele concluiu isso para poder vender mais fones.

É não ok para digis que uma pesquisa, é verdade por a pesquisa é verdade está mudando toda hora. Nem tudo pode ser compreendido cientificamente.

O tema foi legal; eu achava que para ser

cientista tinha que ser louco, desceado por pesquisas, e que cientista é um feito bem diferente de pensar normal. Mas aprendi que como todas as pessoas normais os cientistas podem sim ser influenciados por parentes ou qualquer outra pessoa.

Nessa aula falamos sobre os caminhos da ciência;

Debatemos com o professor sobre os experimentos que são feitos com os produtos, antes de serem vendidos, durante esses processos existem varias rupturas, avanços, retrocessos e abandonos.

A teoria das estruturas científicas explicam e interpretam fenômenos da natureza. A teoria científica nunca está acabada e as chamadas Verdades Científicas e a Provado Cientificamente e algo que é aceito, baseado nas pesquisas atuais, então isso quer dizer que não tem como os pesquisadores chegar a uma resposta com certeza; Eles não tem como testar isso em todas as pessoas do mundo, pra saber que aquele produto não faz mal a ninguém.

DIÁRIO DE BORDO (D082)

A aula começou com um texto que o professor entregou que falava sobre o caminho das ciências que dizia que nem todo projeto precisa de experiência para saber se vai dar certo e outra coisa, nem tudo que você for fazer pode dar certo é igual a receita de um bolo você pode colocar tudo que pede mas não significa que vai dar certo.

Essa aula não foi muito produtiva porque eu não consegui entender muito o assunto.

DIÁRIO DE BORDO (D084)

Na aula anterior, do dia 17 - quinto-feira - o professor explicou em sala sobre Teorias Científicas. Como podem ser feitas, o que é necessário, para que tenham e muitos outros objetos foram estudados e discutidos em aula.

Em uma Teoria científica, não é obrigatório que haja uma comprovação científica PARA torná-la válida, somente o fato de ser apenas uma Teoria, onde sua conclusão final pode ser Rescrita, o fato de ter sido observado muitos fatores PARA que possa ter feito esta Teoria já dão validade à mesma.

Em geral, uma Teoria científica é baseada em informações e observações feitas por vários outros ~~cientistas~~ cientistas que chegaram à mesma conclusão várias vezes, mas nem mesmo o fato de ter sido testada várias vezes por vários cientistas distintos, ~~deixa~~ deixa completamente verdade incontestável, pois pode sempre haver contradições.

Dia 17/10/13 O tema da aula foi "Teoria científica", a professora fez a seguinte pergunta "Como a teoria dos gases foi construída?". Então discutimos isso todo com os colegas sobre o assunto e vimos que está sendo verificada, fazendo experimentos que é construída.

Com essa aula entendi que por exemplo a Shampoa anti-caspa pode dar certo no cabelo de uma pessoa mas não de outra pessoa pode provocar alergia capilar, porque a Shampoa foi testada no cabelo de uma "certa" pessoa isso não quer dizer que vai dar certo no cabelo de todas as pessoas, pois nem todas as células e organelas reagem iguais nenhum cabelo é igual.

Não podemos fazer de vacuítas na ciência mas mesmo que agente acredite não podemos "confiar" cegamente porque nada sabemos da ciência e totalmente confiável, comparado.

A ciência chega ao mais próximo possível da verdade, o cientista é um cidadão comum como todos nós, a diferença é que ele estuda sobre a ciência, faz experimentos, pesquisas e pode sim ter ajuda de outras pessoas e pode sim influenciar em suas decisões de um cientista.

Eu gostei dessa aula, pois foi uma boa reflexão.

Eu já conhecia um pouco sobre métodos científicos e já tinha uma ideia de que era uma das bases para se aprender a ciência. Mas foi demorado para lembrar alguns pontos. Nunca me ocorreu a ideia de que o conhecimento científico nem sempre é certo, pois os cientistas confiam naquilo que é chamado de raciocínio indutivo (que muito de nós normalmente confiamos também). Por exemplo: como sei que essa cadeira não se quebrará quando eu me sentar nela? Como sei que o Sol se levantará amanhã? Por que já vi coisas como essas muitas e muitas vezes. Porém nada impede que a cadeira se quebre quando eu me sentar ou que um planeta inflável de 1 milhão de quilômetros iluminará nosso dia.

Outro exemplo, é sobre a análise de vários casos e a conclusão de que todos são iguais. O raciocínio indutivo, porventura, compatível com os métodos científicos, e por isso a confiança nele diminuiu.

Na última aula - Segunda-feira - Teve um Texto sobre gases reais e gases ideais. O professor explicou sobre os gases e suas grandezas em geral, aplicou uma fórmula: $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$, para estabelecer a relação matemática entre variáveis de estado gasoso e ensinou a TURMA que os gases ideais não são tão exatos e naturais e que os gases reais raramente são chegados os números da realidade, e pode ser identificado quando está a uma temperatura muito BAIXA ou muito ALTA. Na verdade, um gás ideal não existe, pois é um gás inventado para idealizar como seria possível calcular a temperatura mediana de um gás. A temperatura mais BAIXA que um gás real pode chegar é a 0K (zero absoluto) e pelo que se sabe na ciência hoje em dia, ainda não foi possível chegar a esta temperatura, mas, se um gás chegasse a isso, o volume do gás se ANULARIA, independente do gás, mas isso também não acontece no mundo físico.

A aula de hoje foi mais básica, só que muito legal, pode não ter sido para outros pessoas, mas para mim foi muito divertido.

Bom, hoje o professor fez uma pergunta, "As moléculas se comportam do mesmo jeito que a teoria prevê?" A resposta é não, até porque o professor me deu um texto falando sobre as teorias existentes sobre esse assunto e como conseguimos calcular o movimento das moléculas. Nossa parte de calcular é a parte um que mais gostei, pois tenho muita facilidade em fazer contas, principalmente quando eu consigo fazer. Eu quero ser engenheira ou arquiteta que são as coisas que eu tenho muita facilidade e que gosto muito também.

No texto, tinha duas questões, a primeira era para dizer qual a diferença entre o gás ideal e o gás real. O gás ideal é só um modelo, quanto os gases reais se chocam, se interagem um com o outro. A outra questão era para calcular, eu consegui fazer rapidinho, até porque eu aprendo muito rápido as coisas.

Eu gostei de muito, adoro fazer questões de calcular.

DIÁRIO DE BORDO (D095)

Essa aula muito tem a ver com o conceito de modelo científico. Gases ideais são modelos, representações dos gases que existem no mundo real. Como foi visto na aula sobre modelo, é praticamente impossível estabelecer um modelo que seja perfeitamente condizente com a realidade. Modelos como os gases ideais são perfeitamente mensuráveis. Como é possível medir, pesar um gás real? É para isso que existe o modelo. Gases se comportam de maneiras diferentes em certas temperaturas. Porém, há casos em que os gases reais se comportam como postulado no modelo.

DIÁRIO DE BORDO (D106)

Nesse dia o professor falou do perigo dos ar-condicionados, e passou um vídeo sobre esse assunto.

O ar-condicionado deve ser limpo regularmente, porque a sujeira pode causar doenças nas pessoas, nos shoppings o perigo é sempre maior porque nunca sabemos se está limpo ou não, falamos sobre prédios doentes e respondemos perguntas.

Nessa aula eu gostei muito do vídeo eu acho que devia se repetir, porque assim é mais divertido do que ficar só no sala, não sei explicar muito em palavras o que eu entendi, mas agora eu sei que posso processar um prédio se eu passar mal naquele estabelecimento.

DIÁRIO DE BORDO (D108)

Essa aula discutimos sobre os poluentes do ar, onde o ar é mais poluído, dentro de um prédio ou em um ambiente ao ar livre. Na verdade eu pensei ^{que} dentro dos prédios o ar era mais limpo por causa do ar condicionado, mas descobrimos que dentro dos prédios é mais poluído e causa ~~de~~ doenças.

Por isso precisamos limpar de tempo em tempo o ar condicionado por que sem perceber essa causa muitos danos e ainda, mesmo se não causar doenças pode prejudicar muito sua saúde. Então precisamos limpar pelo menos uma vez por mês o filtro e uma vez por ano vai fazer uma limpeza geral para que a sujeira não prejudique sua saúde.

DIÁRIO DE BORDO (D110)

Na aula de hoje falamos sobre o ar interior e o ar exterior e a Síndrome do Edifício Doente e o professor começou com uma pergunta: vocês acham que o ar da rua ou o ar do shopping com ar condicionado, é mais puro?

Alguns acham que era a rua e outros o shopping, eu desde o início achava que era a rua porque no shopping fica todo mundo respirando o mesmo ar.

Foi passado um vídeo mostrando o ar condicionado por dentro, com uma câmera foi enfeitado muita poeira, sufixas, restos de pratos moídos, bolores e etc. O vídeo falava que os edifícios mal construídos, mal iluminados, mal ventilados com o tempo podem adquirir a Síndrome do Edifício Doente ou mais conhecida como SED.

Se um edifício fica "doente", imagine uma pessoa que vive nele? No vídeo mostrou que existe uma doença chamada Legionella que pode levar uma pessoa até mesmo a morte, tudo por causa de um

ar condicionado sem cuidado e sem manutenção constante.

Essa bactéria assassina em 1970 originou 182 casos de pneumonia e 30 pessoas mortas tudo por causa de um descuido de um hotel na Filadélfia.

Por isso é muito importante a manutenção constante e a divulgação de quando foi feita a manutenção e se tudo está certo, porque às vezes por descuido de uma pessoa muitas podem pagar.

Nesse diário de bordo vou relatar
 a aula de química do professor Schwaney.
 Nessa aula o professor passou um
 vídeo de uma reportagem que falam
 sobre a bactéria *Legionella pneumophila*,
 causadora de uma forma rara e grave de
 pneumonia que é a doença de legionário ou
 legionelose.

Logo em seguida ele passou uma
 folha onde tinha um texto que se chama
 assim: **Edifícios doentes, eles podem ser letais**, que
 se trata de o risco da doença legionella,
 pois, com a ventilação do ar condicionado
 pode causar uma epidemia no prédio. Em
 seguida ele nos respondeu umas questões
 sobre o texto.

Na minha opinião foi muito bom
 esta aula, porque eu nunca escutei
 falar nessa doença, acho que deveria ser
 mais divulgada e também o professor passar
 mais sobre esses assuntos, pois, nós pode
 aprender mais e ficar mais atento nos riscos.

no dia 24/10/13 O tema da aula foi edifícios dentro.
 O professor deu um texto para lermos em dupla e
 fizemos seguinte pergunta: "Qual é o var mais puro e
 de dentro de um shopping ou o var de fora?". Discutimos
 em sala e discutimos que o var de dentro, pois
 o var condicionado muitas vezes são puros, "fechados",
 porque existe uma quantidade muito maior de bactérias
 alojadas em um único lugar, sem falar
 nos sujões, lixo, etc. muito que existem lá dentro.

A vida nos ambientes fechados é
 bem complicada, pois existe dificuldade de circular
 e por isso tem mais chances de aparecer bactérias
 uma das bactérias que mais aparecem em ambientes fechados
 é a legionella (a bactéria assassina) ela é capaz de
 matar pessoas idosas e com pouca imunidade. Para
 evitar esse tipo de risco tem que trazer os filtros
 que existem no var condicionado e limpá-los
 mais vezes. Ter edifício dentro é um lugar mal
 construído, planejado.

Eu gostei dessa aula pois consegui
 entender bem o assunto, é um assunto que
 não concorre com ele e muitas vezes não fazemos
 atenção!

Na última aula, o Tema dos estudos foi o Texto Sobre edifícios doentes, uma doença chamada SED (Síndrome de edifícios doentes) afeta a maioria das pessoas e é causada por BACTÉRIAS que entram em nosso corrente respiratório e causam vários problemas de saúde, e dependendo do caso pode até mesmo levar à morte.

Não faz muito tempo que os estudos sobre essa doença começaram e também não é muito comum se ouvir falar nesse tipo de doença. A maioria das pessoas nem mesmo sabem que existe, o que é, e tem aqueles que até brincam pensando que é algum tipo de piada. O problema é exatamente esse problema, já que até em todos os lugares e quase ninguém se importa.

Isso tudo foi visto na última aula, em aula teórica, leituras, atividades e vídeos que se preferir pensar para que não (os alunos) possam aprender e entender melhor o assunto.

DIÁRIO DE BORDO (D116)

Na decorrença da aula discutimos sobre o quão mal um ambiente condicionado pode fazer para nosso saúde, sendo que pode nos levar à morte.

Edifícios doentes são um problema e não devemos permanecer nesse local, se for o caso devemos sobre o melhoramento dos mesmos.

DIÁRIO DE BORDO (D118)

Na aula de hoje falamos sobre os principais tipos de aparelhos de climatização. Na aula o professor passou um vídeo sobre os tipos de climatizadores que devemos comprar para não prejudicar a saúde e devemos ter muito cuidado ao escolher um.

Antes de sairmos compreendo qual quer um tempo que verificar o tamanho do ambiente, o seu isolamento, a sua exposição ao sol ou a sombra, e o número de pessoas que irão frequentar o ambiente e tem uma coisa muito importante também verificar se há mais algum eletrónico no ambiente.

A aula de hoje foi bem proveitosa, porque essa aula serviu para eu saber o modelo de um climatizador e serviu também para eu saber diferenciar um do outro.

Nesta aula continuamos falando de ar, escrevemos um texto sobre Aparelhos domésticos de climatização interior. Falamos sobre os perigos do aparelho ar condicionado, aquecedores, umidificadores e vaporizadores.

O melhor equipamento a se usar é o umidificador e o menos perigoso, os outros são perigosos se não saber usar e ter os devidos cuidados.

O umidificador libera uma neblina fria no ambiente, já o vaporizador ferve a água e joga vapor aquecido no ambiente causando dores em lugares da casa.

O Umidificador é um aparelho que possui a função de regular a umidade no ambiente. Quando a água acaba, o umidificador desliga sozinho. Não causando acidentes.

nesta aula discutimos e aprendemos a diferença entre, vaporizadores, umidificadores e ar condicionado. É suas diferenças perante nossa saúde. Há inúmeras marcas, modelos e vantagens assim como desvantagens.

- Umidificadores: função básica é manter a umidade relativa de ar dentro dos níveis recomendados para o ser humano. Uma de suas variações é ser ultrassônicas que tem função de vibrar em alta frequência criando gotículas de água e também uma melhora fria.

- Vaporizador: basicamente é um depósito de água que ferve gerando um vapor e está em sua maioria para ocaros ou fungos; por se parecer tanto com um chuveiro e ter calor.

- Ar condicionado: Tem como função resfriar locais fechados, com um ciclo de resfriar o ar ambiente, e volta-lo de novo ao ambiente, frio. Com sua função direta o ar seco, necessitando então do auxílio de um umidificador (recomendado) pois não interfere na saúde.

Alto importante aulas assim; é mais fácil de entender.

DIÁRIO DE BORDO (D128)

Nessa aula falamos sobre os aparelhos de climatização (ar condicionado, aquecedor, umidificadores e vaporizadores). Discutimos um pouco sobre os critérios para a compra de um desses aparelhos, pois esses aparelhos se usados de maneira errada podem acabar prejudicando a saúde.

O umidificador por exemplo é para deixar o ar mais úmido e se usado incorretamente como em ambientes fechados, causa mal, o que prejudica muito a nossa saúde.

Eu estou gostando muito dessas aulas pois eu estou aprendendo muitas coisas interessantes.

DIÁRIO DE BORDO (D133)

Nós já tivemos ide sala umas quinhentas vezes
 do esse ano, e na segunda-feira, tivemos novamente
 lá, mas foi para assistir um vídeo que o professor
 passou sobre o ar-condicionado e a sujeira que
 pode conter dentro, sem que a gente perceba e que
 aliás pode nos prejudicar muito.

Depois do vídeo um que assistimos e sabíamos
 nos deu um texto com 2 perguntas. Esse texto estava
 dizendo a diferença entre o vaporizador, aquecedor
 e umificador. Aquecedor serve para aquecer o
 ar do ambiente; o vaporizador serve para jogar
 um tipo de neblina no que mais fresco e frio, e
 umificador é para jogar um ar umido, mais
 quente.

Quando nós terminamos de ler e responder
 as perguntas, o professor nos deu um exercício que
 continha no ENEM 2012 que é um exercício muito im-
 portante para quem quer ter boa proficiência. Eu
 não fiz o exercício que tem a lógica do exercício e
 até consigo entender e quase achar a respos-
 ta, porém o meu cálculo não estava dando certo.

Eu gostei bastante até porque, eu já havia

visto algo sobre esse assunto do ar-condicionado
 na Ana Maria Braga, porém não sabia que poderia
 até matar alguém com tanta sujeira no ar-
 condicionado.

Tem muita sujeira que da até nojo, e antes
 eu não sabia como eu deveria comprar um
 ar-condicionado e o que deve levar em consi-
 deração para se comprar um e nesse dia eu
 aprendi até mesmo a calcular o ar-condicionado
 aprovado para tal lugar. Foi muito legal
 mesmo.

Na aula de hoje estudamos sobre aparelhos de purificação do ar, um assunto muito legal que eu não sabia só conhecia os ar-condicionados. Mas também não são tão eficientes como deveriam, tem vários tipos de purificadores como o removedor de partículas, removedores de gás e até mesmo as plantas. Mas eles podem sim ajudar com a purificação do ar, mas sempre tendo uma ventilação adequada e reduzir as fontes de poluição. Uma descoberta bem legal também foi a de um aspirador que remove as partículas de pó e também prende microorganismos ajudando na limpeza, não como a varredura que só espalha as partículas em vez de fazer a extinção delas para ajudar a ter um ar melhor.

Nessa aula falamos sobre "Aparelhos de purificação do ar interior". Os aparelhos de purificação do ar são dispositivos utilizados para a melhoria do ar na nossa casa ou no trabalho.

As maneiras mais efetivas para melhoria da qualidade do ar interior e reduzindo as fontes de poluição e utilizando uma ventilação adequada. Alguns aspiradores de pó utilizam filtros do tipo HEPA, esse tipo é muito bom porque eles são projetados para reter as partículas que fazem mal a saúde. Enquanto as vassouras e esfregadores levantam partículas de poeira e dispersam ácaros pelo ar.

Nessa aula eu aprendi que nem todos os aparelhos que eles garante ser bom, são bom para saúde.

Nesse diário do estudante vou relatar a aula de química do professor Milvanay.

Essa aula o professor falou de alguns aparelhos de purificação de ar. Com respeito ele nos passou uma folha com um texto que explica como são e como funcionam os aparelhos.

Depois tinha duas questões pra responder, que uma dessas questões é: Quais as maneiras mais efetivas de proporcionar uma melhoria na qualidade de ar interior? A resposta é simples: a maneira mais efetiva de resolver esses problemas é reduzindo as fontes de poluição e utilizando uma ventilação adequada.

Se toda manhã fizer isso o ar dentro de casa vai melhorar muito.

Ese particularmente gostei muito da aula e aprendi que a melhor coisa é não ter uma ventilação adequada e diminuir as poluições com isso torna mais favorável pra nossa saúde do que comprar os aparelhos de purificação de ar interior.

Na aula 10 foi dito bastante sobre a purificação de gás e removedores de partículas, como os aspiradores de pó.

Os removedores de partículas removem algumas partículas de poeira ou alérgenos no ar em um canto e pequenas aberturas, mas existem alguns dispositivos que fazem mal à saúde, como por exemplo os geradores de ozônio, que prejudicam muito a saúde de seus usuários, já os removedores de gás, que absorvem partículas gasosas e de odor e limpam e purificam o ambiente.

Existem outras formas de purificação e limpeza do ar do ambiente como por exemplo: geradores de ozônio, exaustores de cozinha, purificadores de ar de mesa e plantas, que não fazem tanto efeito.

Um bom removedor de partículas é o aspirador de pó, especialmente com filtros HEPA.

Na aula do dia 31 de outubro, nos falamos sobre aparelhos de purificação de ar interiores. Fizemos um debate de cada um deles como: Removedores de partículas e os removedores de odores. Geradores de ozônio nos vimos, que não é aconselhado o uso dele, porque o ozônio faz mal quando encontrado no comércio de ar próximo do solo; Os exaustores de cozinha não é bom os que permitem o escape dos gases para a única ventilação da casa; Purificadores de ar de mesa demonstram ter muito pouco efeito sobre os poluentes; As plantas não são tão eficiente, e se se usa uma quantidade dela poderia dar o resultado esperado, mas em outras parte fazem mal por causa da umidade. Portanto, o melhor para se utilizar é os removedores de gases.

Então concluímos que a maneira mais efetiva de resolver esses problemas é restringindo as fontes de poluição e utilizar uma ventilação adequada. Depois discutimos sobre os aspiradores de pó que utilizam filtros do tipo HEPA, pois vimos que ele pode ser considerado um aparelho de purificação, pois quando ele é utilizado na limpeza da casa, ele suga toda a sujeira e segura dentro dele, diferente dos vassouras que se levanta a poeira e depois de alguns minutos a poeira cai tudo de novo no chão.

Portanto, a aula foi bem interessante, pois aprendemos várias coisas sobre algo que nos interessa e querendo ou não

A reflexão sobre a tecnologia - para que ela foi feita, para que está sendo usada, e que será dela no futuro - tem um caráter muito peculiar, afinal aqui é discutido sobre uma criação propriamente humana, não é como falar de política ou metafísica por exemplo. Diferentemente desses temas, a tecnologia pode - ou poderia - ser controlada de todos os modos por seu criador. Mas não parece ser bem o caso.

Associação o termo "criação" a Deus, ou a uma divindade criadora do mundo. Tal como um relógio, computadores etc. foram criados por nós, seres humanos, pode-se dizer que um ser evidentemente superior em poder e inteligência poderia ter nos criado. E sobre a questão do mal no mundo, poderia ser facilmente respondido: Deus não controlaria os atos de sua suposta criação. Digamos para enfatizar que nós não controlamos o mundo dos morcos, e não obstante estes não fazem vida, não se reproduzem, não pensam.

É dito que a tecnologia melhora a qualidade de vida, tendo em vista a expectativa de vida humana. Vivemos mais, mas sabemos bem?

O ser humano possui de uma vez por todas que possui um intelecto imóvel ao considerar tais tecnologias. Falta descobrir se a capacidade humana será capaz de controlar o que sai da sua imaginação.

Na aula de hoje estudamos sobre a tecnologia e como ela atua em nossas vidas. É um assunto que dá muito pano para a manga porque existem vários tipos de tecnologia para várias situações de usos, mas a tecnologia não tem um certo uso errado, varia da forma de cada um pensar e utilizar a tecnologia.

Praticamente tudo ao nosso redor é tecnologia desde a luz de dentro de casa até as armas que os militares usam tem tecnologia para o bem como também tem para o mal a tecnologia segue seus próprios caminhos nós nos adaptamos a ela, somos influenciados por ela. por exemplo: você compra um celular de última geração que pague caríssimo daqui a uns dois anos ele já não será tão valorizado porque haverá outros celulares mais modernos com mais programas atuais e coisas que o seu celular que você comprou a dois anos atrás não tem e isso faz com que você queira comprar outro quando lançarem outro, trocar novamente e assim por diante. Mas também existem tecnologias que são para o mal como as armas. Elas foram criadas e são usadas para ferir as pessoas e isso não vai mudar. Mas também algumas tecnologias dependem do uso que fazemos

isso tanto para o bem quanto para o mal, ai é hora de quem decide.

No dia 04/11, o professor nos trouxe um teste sobre tecnologia e fizemos perguntas, falou para nós darmos o teste, pois as perguntas estavam lá. No teste "A filosofia da tecnologia", da a resposta da pergunta "O que é tecnologia?" que é (designa os modos de fazer as coisas de modo certo, com auxílio da inteligência científica).

Tecnologia em nossa vida é muito importante, porque quando falamos em tecnologia, nem em casa, nem na internet, nem saber, mas ninguém se dá conta que tudo o que nos ajuda a tecnologia ou o modo de fazer a fabricação de tal coisa, pois até nos hospitais nós conseguimos fazer uma cirurgia sem a tecnologia (aparatos eletrônicos); a televisão é tecnologia, os computadores, as impressoras, o fogão, a geladeira, o celular, o carro. Existem muitas coisas que não tecnologia e a gente não percebe. Hoje em dia tudo é tecnologia e não duvide que com o tempo tudo vai ser a ciência em função da tecnologia. Mas como sempre tem pessoas que não veem ela mesmo que existe e mundo a fora.

Na minha opinião a tecnologia vai chegar, e a parte de ninguém mais vai conseguir para ela de crescer e se modificar. Eu fico imaginando a vida como ela seria sem a tecnologia de agora; algumas pessoas dizem que seria chato, mas eu acho que não.

Eu achei essa aula muito interessante pois discutimos sobre a tecnologia, uma coisa hoje em dia essencial para a nossa vida.

Discutimos até que ponto a tecnologia é boa para nós, falamos sobre as armas e os bombas, que foram criadas com a intenção de matar.

Na verdade eu acho que não é a tecnologia que é ruim, que mata as pessoas (com excessos das bombas atômicas) pois as armas, de ninguém usar, não vai fazer mal, não vai matar quem machuca ninguém, são as pessoas que as usam que são os culpados.

DIÁRIO DE BORDO (D151)

Hoje dia 4/11 1º assunto da aula foi Tecnologia, a tecnologia presente na nossa vida, interfere em alguma coisa? na verdade a que é tecnologia? essas são perguntas que todos esperam uma resposta exata, entendi que a tecnologia não é so coisas boas a tecnologia pode ser perigosa e destrutiva como as armas e as bombas que usam nos guerras. Mas também sem ela, não viemos por causa disso acabamos se tornando dependentes. outras perguntas que foi feita "podemos decidir o caminho da tecnologia? algum acham que sim e os outros acham que não. A tecnologia pode ser neutra na core das armas eles não desparam ojetos mas que realmente usala se não, como diz "Armas não matam pessoas, pessoas matam pessoas". concluindo a aula sobre tecnologia foi uma das mais interessantes porque toda mundo gosta de falar sobre isso.

DIÁRIO DE BORDO (D155)

Nesta aula falamos sobre "A filosofia da tecnologia". A tecnologia cresce cada vez mais no mundo, está fazendo parte de nossa vida cada dia mais, mas não podemos deixar que o mundo vá só disso, temos que tomar cuidado com o que fazemos com essa tecnologia.

Podemos decidir os caminhos da tecnologia, pois se não gostarmos, não compramos e isso faz que nos humanos tenhamos a tecnologia ou nesse gosto.

Também acho que não deveria existir tecnologias como as usadas com as armas, bombas nucleares e outros tipos que são usados na guerra, porque essas só têm um objetivo matar ou ferir. É eu acho que não há nesse mundo motivos para matar um ser humano.

Na aula do dia 4 de novembro, nos começamos a aula discutindo um assunto muito importante, sobre tecnologia, vimos que a tecnologia não é só os aparelhos eletrônicos, e que ela está presente em nossa vida mais do que a gente imagina, hoje em dia, é difícil se separar do mundo tecnológico. A tecnologia é muito boa e importante para nossa vida, pois ela facilita nossas tarefas e a nossa vida se torna mais fácil. Diversos desafios e limitações são superados e a vida se prolonga. Vantagens da tecnologia. Mas ao mesmo tempo ela traz algumas desvantagens, como no controle e manipulação da nossa vida.

Depois de proferir essas duas perguntas para a turma responder: 1. O primeiro ele quis saber se a gente podia optar e viver sem a tecnologia? Na minha opinião, acho que podemos optar sim, pois se a gente não utilizar os recursos tecnológicos que eles fazem, não tem sentido eles ficarem inventando coisas. E uma pessoa pode sim viver só com as coisas naturais da vida e se afastar do mundo tecnológico. Na segunda questão era para responder se a tecnologia é neutra ou carregada de valores?

Em meu ponto de vista, é as duas coisas, com o exemplo da bomba e a bomba de ar que é carregada de valores, pois o seu uso não tem um objetivo e que é de ferir pessoas. Já um celular, ele pode ser utilizado de várias maneiras, e se faz mal uso dele quem quiser.

Na aula do dia 7 de novembro, nós fizemos dois experimentos com amoníaco, e no nosso experimento nós descobrimos que o amoníaco se dissolve mais rápido no líquido quente, graças a temperatura ambiente. E depois se ele se dissolve mais rápido em comprimido inteiro ou moído. No primeiro experimento, nosso grupo viu que o amoníaco se dissolve primeiro na água quente, pois a temperatura ou o calor contribui.

Já no segundo experimento, o pó de amoníaco se dissolve mais rapidamente, por causa da superfície de contato, quanto maior; maior a área que houver a choque e quanto menor o pedregal, mais rápido o reagente acontece. Portanto foi mais uma aula interessante, divertida e proveitosa, deu para aprender mais um pouco sobre como a temperatura influencia nas reações químicas.

Na aula de hoje fizemos alguns experimentos. O primeiro foi usado 3 copos, um pouco de água em cada um com a mesma quantidade de comprimidos sensorial.

No primeiro copo tinha água quente e no segundo copo água gelada e no terceiro copo água de temperatura ambiente, os comprimidos foram cortados em dois pedaços cada um.

Em o mesmo tempo foi colocado um pedaço de sensorial em cada copo.

No copo com água quente o sensorial diluiu rapidamente, no com água de temperatura ambiente diluiu um pouquinho mais rápido do o que tinha água gelada, então a temperatura mais uma vez influenciou nesse experimento.

No segundo experimento foi usado dois copos com água de temperatura ambiente e um sensorial dividido em duas partes, a primeira parte foi triturada em um Almofoiz e a outra foi usa-

da inteira, e ao mesmo tempo foi jogados na água, e o mais triturado derreteu rapidinho e outro demorou pra diluir.

Então aqui o que influenciou foi o tamanho. Por isso que cortamos os alimentos em partes para cozinhar mais rápido.

Foi aprendido e tratado através de experimentos nesta aula, que os reações químicas (ou pelo menos uma parte delas) pode ser controlada. E fomos isso várias vezes no cotidiano sem perceber. Ao usar uma panela de pressão para cozinhar por exemplo, há uma influência que faz o feijão ou seja lá o que estiver na panela, cozinhar mais depressa. Muito tem a ver com a temperatura. Inclusive, quando está frio, as reações do nosso corpo também demoram um pouco.

A parte da superfície de contato foi um pouco confusa, pois não consigo conceber a água como superfície (...). Imagina a diferença de um martelo batendo em uma mesa, e em um ~~preço~~ prego é mais fácil, mas não ~~para~~ ^{explicar} a ideia de choque entre a água e o pé.

DIÁRIO DE BORDO (D176)

O professor possui mais duas experiências na sala. 1ª experiência ele nos deu dois tubos com sulfato de cobre, um mais concentrado que o outro e o mesmo concentrado com 4 ml de água. Nos tubos tinha que colocar bolinhas de lâ de cobre (Bombard) para observar se que acontecia a qual dos tubos interferiu mais rápido. No 1º tubo que é o mais concentrado, a bolinha de cobre interferiu e ficou grudada pela superfície. No 2º tubo que é o que não tem tanta concentração de sulfato de cobre, demorou interferir e ficou no fundo do tubo por estar com água no tubo.

Na 2ª experiência, o professor colocou em um prato, um pedaço de batata crua e uma coxida; e colocou 3 gotas de água oxigenada em cima e observar. Na batata crua, houve uma reação química chamada catalizadora que faz com que vá a espuma, mas na batata crua coxida ~~batata~~ não houve essa reação, pois quando se cozinha a batata as enzimas contidas nela desaparece.

Eu adeio aprender coisas novas e com esse tipo de aula estou aprendendo bem mais. Eu não tinha a mínima ideia de que batatas contêm enzimas e que perdiam a maior parte de enzimas quando cozidas.

DIÁRIO DE BORDO (D177)

Nesse diário de bordo eu relatei a aula de química do professor Silvaney. Na mesma aula eu aprendi mais sobre os fatores que podem mudar uma reação química, em seguida o professor me passou uma folha onde agente tinha que anotar o que ocorreria em cada experimento que agente fez.

A primeira experiência foi feita com a lã de aço dentro do sulfato de cobre e na mesma experiência tinha que colocar a lã dentro também do sulfato de cobre mas que diluído em água, daí nos tinha que anotar o que ocorreria e as diferenças. A segunda experiência era com uma batata crua e uma cozida nelas tinha que colocar 3 gotas de água oxigenada, aí nos teve que observar e anotar o que ocorreria na cada reação.

Eu particularmente gostei de aula e também aprendi ~~muito~~ muito mais. Por exemplo eu não sabia que a ~~o~~ enzima da batata poderia acelerar uma reação química, agora com a experiência eu aprendi e gostei muito mesmo.

Ao chegar na sala o professor realizou a chamada e logo em seguida fez um breve resumo da aula e como já de costume fez algumas perguntas.

Depois disso nos ajudou a realizar dois experimentos, sendo eles: pedacos de brometo no cloreto de ferro e cloreto de ferro com agua, e o outro era batente com agua oxigenada que liberou os gases oxigenio e hidrogenio. Esses experimentos tornam a aula bem mais legal por todas participarem e não serem o custo e o erro e por, esta todo mundo aprendendo.

DIÁRIO DE BORDO (D181)

Na aula de hoje voltamos a falar nos catalisadores, o catalizador ajuda na rapidez de um acontecimento.

É o catalizador tem muitas vantagens como o processo pode ser operado em temperaturas e pressões menores, poupando-se os custos e outro aspecto importante é que o catalisador é desenvolvido para ter alta seletividade para o produto requerido, para minimizar produtos secundários. Além de levar a um uso mais eficiente dos recursos do ponto de vista econômico, também reduz a quantidade de rejeitos, o que é melhor para o meio ambiente.

É o catalizador pode ser uma substância como também pode ser uma peça ou uma matéria.

Na aula de dia 14 de novembro, nos falamos um pouco mais sobre o que um catalizador. Porém um catalizador pode ser uma substância, um substrato ou um equipamento, sempre depende como sera utilizada. É que ele nunca participa de uma reação química. O processo de um catalizador pode ser operado em temperatura e pressão menores e isso ajuda a economizar energia e reduzir custos. Outra vantagem importante é que o catalizador pode ser útil para a alta seletividade, assim a pessoa poderá concentrar em maior quantidade o produto mas importante e com isso reduz a quantidade de rejeitos o que é melhor para o meio ambiente. É também pode alterar a rapidez das reações químicas.

DIÁRIO DE BORDO (D190)

2) Em relação à unidade didática como um todo, como você avalia o desenvolvimento da temática depois das 14 aulas?

Antes destas 14 aulas, os alunos viam a matéria química como qualquer outra aula: o professor chegava na sala, aplicava o conteúdo, haviam trabalhos e provas sobre o conteúdo e depois uma média final. Logo após estas 14 aulas, os alunos de ver as aulas de química ficou muito interessante, o modelo de ensino aplicado deixou as aulas de química um tanto mais "especial" das aulas de outras matérias, este modelo de ensino, além de transmitir ao aluno o conhecimento com mais facilidade, houve uma certa filosofia aplicada em cada aula, quando o professor chegava na sala e fazia algumas perguntas antes de aplicar o conteúdo, fazendo assim, os alunos pensarem sobre o assunto ~~na~~ antes de aprendê-lo e deixando suas mentes abertas para o conhecimento entrar.

4) No seu entender, que aspectos deveriam ser modificados ou melhorados?

Na minha opinião não há nada que precise ser modificado ou melhorado nas aulas e no método de ensino. Apenas queria ~~que~~ que houvesse mais aulas de química por semana e talvez umas duas aulas seguidas, já que muitas o horário de uma aula acabava e o professor ainda não havia terminado de explicar alguma coisa ou passar alguma tarefa.

5) Durante a unidade didática você construiu diários relatando suas impressões sobre as aulas. Qual sua opinião sobre a utilização dos diários como instrumentos de avaliação?

Foi uma ideia muito boa e, pelo que parecei, com bons resultados, já que ao escrever o que aconteceu na aula e o que foi estudado, o aluno estudava indiretamente o assunto e tinha uma opinião mais concreta do que foi estudado e conseguir guardar melhor o assunto e a matéria estudada. Além disso, o professor também podia avaliar como suas aulas estavam e como os alunos aprendiam, usando isso para melhorar seu método de ensino.

FRAGMENTO DO QUESTIONÁRIO AVALIATIVO (QA02)

5) Durante a unidade didática você construiu diários relatando suas impressões sobre as aulas. Qual sua opinião sobre a utilização dos diários como instrumentos de avaliação?

Ficou muito melhor que por causa desses diários fica mais fácil, não precisa ficar fazendo trabalhos ou lerendo textos as vezes ainda continuar mas fica muito mais divertida, porque cada um pode dizer o que achou da aula e o que aprendeu, a ajuda também para quem não sabe muito fazer textos aí conseguimos ter mais interesse em escrever.

FRAGMENTO DO QUESTIONÁRIO AVALIATIVO (QA03)

1) Cada uma das aulas que tivemos neste trimestre seguiu uma determinada sequência. Qual sua opinião sobre o modo como se desenvolveram as aulas? Houve alguma diferença em relação as outras aulas de química? Quais os pontos positivos e negativos desta metodologia?

Achei muito boa porque começava com perguntas do professor que nós respondíamos o que nós sabíamos sobre o assunto e o prof perguntava de outra forma e os nossos pensamentos mudavam de opinião aí ele deixava essa dúvida e entregava os textos após a leitura e a explicação das perguntas vimos que nossa opinião estava certa ou errada. Com as experiências foi muito melhor que podíamos ver como os cientistas pensavam e entender tudo sobre aquilo. Definitivamente foi a melhor aula de química que fiz tive agradeço muito ao professor por ter tido essa iniciativa porque voltei a adorar química. Os pontos positivos são todos o melhor foram das experiências que nós fazíamos e entender e melhorar muito a aprendizagem e os pontos negativos são que a aula tem pouco tempo e não tem estrutura para fazer experiências mais elaboradas, e nem todas as aulas são desse jeito.

2) Em relação à unidade didática como um todo, como você avalia o desenvolvimento da temática depois das 14 aulas?

Que cada uma das 14 aulas complementava as outras e que nós estudávamos na primeira ajuda a entender a segunda as duas ajudam na terceira e assim por diante, adorei esse jeito de aprender química poderia ser assim em até todas.

FRAGMENTO DO QUESTIONÁRIO AVALIATIVO (QA04)

5) Durante a unidade didática você construiu diários relatando suas impressões sobre as aulas. Qual sua opinião sobre a utilização dos diários como instrumentos de avaliação?

Na minha opinião isso nos ajudou muito, pois, também, além das aulas, ajuda para as coisas que lembramos e escrevo o que nos ajudou, porque além de termos que prestar atenção nas aulas para podermos escrever logo depois. Também participamos das atividades em sala para podermos relatar das

FRAGMENTO DO QUESTIONÁRIO AVALIATIVO (QA05)

1) Cada uma das aulas que tivemos neste trimestre seguiu uma determinada sequência. Qual sua opinião sobre o modo como se desenvolveram as aulas? Houve alguma diferença em relação as outras aulas de química? Quais os pontos positivos e negativos desta metodologia?

Interessante, porque sempre começava as aulas com uma pergunta bem difícil de responder, e as respostas eram raras que não eram comuns, porque os professores na explicação é nos vimos como era fácil. Houve sim, porque nas outras aulas nos aprendia coisas que é que interessava no sala de aula diferente dessas aulas que tivemos porque nessa a gente aprendeu muita coisa que a gente pode usar no nesse dia-a-dia ou seja, em casa. Um aspecto positivo é que aprendemos bastante coisas que não sei se tivemos aprender numa escola e negativo não vejo.

FRAGMENTO DO QUESTIONÁRIO AVALIATIVO (QA09)

1) Cada uma das aulas que tivemos neste trimestre seguiu uma determinada sequência. Qual sua opinião sobre o modo como se desenvolveram as aulas? Houve alguma diferença em relação as outras aulas de química? Quais os pontos positivos e negativos desta metodologia?

A forma que as aulas foram realizadas foi muito boa, porque logo no início da aula a professora nos fazia algumas perguntas sobre o conteúdo e isso nos fazia pensar em cada possibilidade dos assuntos; sim, nas outras aulas além de nos vermos faltarmos bastante a gente não tinha o compromisso que a gente teve nessa última aula. Foi bom que não há pontos negativos pelo esse método porque nos além de nos empunhamos mais nas aulas, nos também faltamos menos e com isso aprendemos mais.

FRAGMENTO DO QUESTIONÁRIO AVALIATIVO (QA12)

1) Cada uma das aulas que tivemos neste trimestre seguiu uma determinada sequência. Qual sua opinião sobre o modo como se desenvolveram as aulas? Houve alguma diferença em relação as outras aulas de química? Quais os pontos positivos e negativos desta metodologia?

Houve bastante diferença em relação as aulas de química do início do ano. Como o assunto mudava tinha científica parece ser mais fácil para abordar os assuntos dessa maneira. Cada uma das aulas começava com uma introdução, e se desmontava com experimentos, procedimentos, escrita etc. E isso é claro, não se parece muito com uma aula de química tradicional - se aproxima mais de uma aula acadêmica. Acho que o único ponto negativo nesse tipo de abordagem, é que poucos alunos se interessam pelo ensino acadêmico: preferem o ensino convencional, etc. A maioria não quer fazer ou prestar uma questão científica realmente.

Acho interessante o projeto escrito para a entrega das atividades: tudo se faz em uma aula só, o que talvez ajude para o futuro. Fazer coisas rapidamente nos dias de hoje é uma prática valorizada, ainda mais no meio acadêmico.

2) Em relação à unidade didática como um todo, como você avalia o desenvolvimento da temática depois das 14 aulas?

As aulas foram sempre um tempo preparatório para a aula seguinte, e após o término, as ideias se organizam automaticamente na cabeça. Ao início do livro chego mais as ideias passadas nas aulas, ocorre uma integração mútua: os assuntos se completam, facilitando os conceitos e a fixação. As aulas e seus demais exercícios e diários foram todos feitos de um jeito - coisa que só seria montado com todos eles.

5) Durante a unidade didática você construiu diários relatando suas impressões sobre as aulas. Qual sua opinião sobre a utilização dos diários como instrumentos de avaliação?

Os diários ajudaram na fixação (nem que seja parcial) de alguma parte do conteúdo, o que impede a necessidade de temas de estudos sempre e sempre o mesmo assunto. Além disso, com a desmontagem progressiva da escrita sobre ciência, ajuda na expansão de eloquência para quem quer fazer um curso na área acadêmica científica. O diário faz parte do desenvolvimento da unidade didática. Um, ou um e escrita (principalmente) montam o conteúdo fresco na cabeça. A ciência é melhor compreendida com a linguagem ao invés dos números.

1) Como você avalia sua aprendizagem em relação aos conhecimentos trabalhados?

no meu ponto de vista todos os conhecimentos trabalhados foram bons, pois se me perguntarem sobre qualquer um dos temas saberei responder de uma forma satisfatória não detalhadamente em certos pontos pois é muita informação, mas sim aprendi muito mais nesta forma de aula.

FRAGMENTO DO QUESTIONÁRIO AVALIATIVO (QA15)

5) Durante a unidade didática você construiu diários relatando suas impressões sobre as aulas. Qual sua opinião sobre a utilização dos diários como instrumentos de avaliação?

é o melhor jeito de avaliação pois não tem como fazer-los sem prestar atenção ou não o qual não força o interesse e saber tudo sem mais. O relatório serve para que fortaleça mais a memória a partir do conhecimento fixado e em nossa mente sem decorar apenas o conteúdo.

FRAGMENTO DO QUESTIONÁRIO AVALIATIVO (QA17)

1) Cada uma das aulas que tivemos neste trimestre seguiu uma determinada sequência. Qual sua opinião sobre o modo como se desenvolveram as aulas? Houve alguma diferença em relação as outras aulas de química? Quais os pontos positivos e negativos desta metodologia?

Eu achei que as aulas foram desenvolvidas de um modo bem diferente das outras aulas.

Primeira fazíamos experiências e anotávamos em uma folha dada pelo professor, tudo o que nos observarmos da experiência, aí discutíamos a experiência tirando nossas dúvidas com o professor, depois ele dava uma pergunta que devíamos entregar a ele, onde nos exercíamos o que nos entendemos de aula.

Achei esse método muito bom e muito criativo.

2) Em relação à unidade didática como um todo, como você avalia o desenvolvimento da temática depois das 14 aulas?

Achei criativo e produtivo, cada vez que chegava o dia de aula de química eu não queria faltar porque sabia que ia ser divertida e que eu ia descobrir coisas que nem sabia ser possível de acontecer.

FRAGMENTO DO QUESTIONÁRIO AVALIATIVO (QA18)

4) Você acredita que as aulas deste trimestre ajudaram a ver a Química de um outro modo? As aulas modificaram sua maneira de encarar as matérias científicas? Por que?

Sim, as aulas deste trimestre me fizeram química e outras matérias científicas diferente pois para mim essas matérias eram só coisas aprender como se fossem essas coisas diferente da que eu vejo agora que matérias científicas não são só coisas são coisas que vemos ou fazemos no dia-a-dia e que não sabemos que é considerado ciência como as coisas químicas.

FRAGMENTO DO QUESTIONÁRIO FINAL (QF01)

5) As aulas deste trimestre ajudaram a compreender a utilidade dos equipamentos de climatização e purificação de ar? Você se acha capaz de auxiliar seus pais a comprar um destes equipamentos? Por que? Justifique sua resposta.

Sim, porque agora eu posso dizer para eles que não é adequada comprar aquele equipamento. Mas o mais adequada é o um que não prejudique minha saúde, e eu entendo agora qual seria o melhor. E meus pais quando eu falo alguma coisa que eu aprendi na escola eles acreditam e procuram seguir.

FRAGMENTO DO QUESTIONÁRIO FINAL (QF02)

2) Você acredita que seja importante estudar a temática da Qualidade do Ar Interior? Como a compreensão dos agentes e perigos da poluição interior pode auxiliar no seu dia a dia? Existe alguma utilidade prática para os assuntos relativos ao tema? Justifique sua resposta.

Sim, é muito importante saber como anda a qualidade de ar dentro de lugares fechados pois existem problemas taler como lidas de nossa saúde e como tentar purificar e as onde não sabemos. Sim, há muita utilidade prática, já que aprendemos muita coisa com este tema e podemos usar isso (para ~~nos~~) desse tema fora da escola para um bom propósito já que como se estudos desse tema é possível aprender mais e se prevenir de ~~uma~~ doenças e males que nos rodeiam.

3) A visão tradicional da ciência a encara como expressão da verdade. Segundo esta visão, a ciência é neutra e validada por um método infalível: o método científico. Você acredita que a ciência seja mesmo neutra? Será que o método científico é mesmo infalível? Quando algum cientista desenvolve uma pesquisa ele está apenas interessado em melhorar a vida das pessoas? A ciência é a expressão da verdade? A sociedade não interfere nos caminhos da ciência? Justifique sua resposta.

Não, na minha opinião a ciência não é neutra, pois que sempre está tentando buscar a verdade e nos ajudar no que for possível para que tenhamos uma vida melhor. Não, o método científico pode ser falível já que não há certeza de que pode ser diferente após algum experimento, por exemplo. A ciência não tem total controle ou total certeza de que algo que os cientistas imaginaram pode ser verdade. Não, quando um cientista desenvolve uma pesquisa a procura de alguma conclusão, ele está buscando a verdade talvez escondida em algum lugar e ele acredita que desenvolvendo tais pesquisas, ele possa chegar perto dessa verdade que ninguém sabe onde qual é e sabe o que pode ser. Não, a ciência não é a expressão da verdade, é apenas o busca por ela, ou então a representação de que talvez ela possa ser. A sociedade interfere bastante na ciência e por sua vez, a ciência tenta salvar as vidas da sociedade, por isso usando - lhe, às vezes, um gosto de que possa ser então um a verdade, um pouco dela.

4) Você acredita que as aulas deste trimestre ajudaram a ver a Química de um outro modo? As aulas modificaram sua maneira de encarar as matérias científicas? Por que?

Com todo certeza, as aulas de química deste trimestre foram essenciais para mim ter uma melhor visão sobre a ciência, todas as aulas foi possível aprender um pouco mais sobre química em diferentes lugares que podemos encontrá-lo em ~~esse~~ nesse dia-a-dia. Todas as aulas que tive me ajudaram a ver como matérias científicas podem nos ajudar a ter melhores vidas do que nos rodeia e saber como funciona todas coisas que às vezes até parece algo sem importância para alguém que não presta atenção mas que pode fazer toda a diferença em certos momentos isso porque essas aulas deixaram de certo forma, os alunos mais sérios e atentos e entender e e prestar mais atenção ao mundo que nos rodeia.

FRAGMENTO DO QUESTIONÁRIO FINAL (QF03)

2) Você acredita que seja importante estudar a temática da Qualidade do Ar Interior? Como a compreensão dos agentes e perigos da poluição interior pode auxiliar no seu dia a dia? Existe alguma utilidade prática para os assuntos relativos ao tema? Justifique sua resposta.

Sim, é muito importante estudar sobre isso porque podemos descobrir como melhorar nossa saúde, como tudo funciona desde a poluição do ar até, como melhorar a qualidade do ambiente para que possamos viver uma vida melhor.

FRAGMENTO DO QUESTIONÁRIO FINAL (QF04)

4) Você acredita que as aulas deste trimestre ajudaram a ver a Química de um outro modo? As aulas modificaram sua maneira de encarar as matérias científicas? Por que?

Sim, sim porque a química não é só no laboratório com balões e buretas, fazemos química em casa também como no ato de respirar, cortando os alimentos para um cozimento mais rápido. Hoje eu respeito muito mais a química do que antes porque está tudo a nossa volta e só ter um pouco mais de conhecimento do assunto não envolve tudo de outra maneira.

FRAGMENTO DO QUESTIONÁRIO FINAL (QF05)

6) Você acredita que é importante discutir a influência da tecnologia na sociedade atual? Por que? Nós podemos ajudar a decidir os caminhos da tecnologia ou ela segue seus próprios caminhos independente de nossa opinião? Justifique sua resposta.

Sim, por apontar para o nosso saber qual é o aparelho eletrônico adequada para nós, e sua função e apontar a como trabalhar e suas aplicações técnicas tornando melhor a nossa vida e seu funcionamento. Mesmo não sendo possível decidir o rumo da tecnologia, nós podemos ajudar pois de acordo com nossos comentários a "produção" pode ser melhorada na sua próxima geração.

FRAGMENTO DO QUESTIONÁRIO FINAL (QF06)

2) Você acredita que seja importante estudar a temática da Qualidade do Ar Interior? Como a compreensão dos agentes e perigos da poluição interior pode auxiliar no seu dia a dia? Existe alguma utilidade prática para os assuntos relativos ao tema? Justifique sua resposta.

Na minha opinião acho importante estudar sobre isso, pois eu não sabia que o ar interior era o ar mais poluído que o exterior. Ele pode causar irritação nos olhos, das vias respiratórias, asma, resfriado entre outras coisas. Principalmente em casas fechadas, onde as partículas ficam retidas e começa a ficar mal. Mas fazer isso é sempre bom deixar as janelas abertas para que o ar possa circular. É mais poluído por causa das fábricas, das estradas, dos carros, e do ar acumulado em um ambiente só.

5) As aulas deste trimestre ajudaram a compreender a utilidade dos equipamentos de climatização e purificação de ar? Você se acha capaz de auxiliar seus pais a comprar um destes equipamentos? Por que? Justifique sua resposta.

Acho que para comprar é necessário analisar o preço, as regras pode ser caro mas não sei se faz tanto quanto vale, e um mais barato pode ser melhor, tem que ver se a qualidade é realmente boa, se economiza energia, se faz bem realmente ao ambiente de ar. O mais aconselhável a comprar que eu aprendi em sala é o umidificador, pois ele é o ar mais limpo e que melhor faz o ar.

FRAGMENTO DO QUESTIONÁRIO FINAL (QF07)

2) Você acredita que seja importante estudar a temática da Qualidade do Ar Interior? Como a compreensão dos agentes e perigos da poluição interior pode auxiliar no seu dia a dia? Existe alguma utilidade prática para os assuntos relativos ao tema? Justifique sua resposta.

Seus pais exigem que os danos e perigos sobre como preveni-los. Também preciso se tomar cuidado com a poluição interior, pois ela não prejudica muito, mas se usada um ar condicionado, as doenças respiratórias são mais limpas seu aparelho, podem acabar prejudicando muito mais a sua saúde, e não é só sobre a limpeza do aparelho que precisa tomar cuidado, é com a maneira de usá-lo, pois se usa-lo de maneira errada podem causar mais danos a saúde. Também precisamos tomar cuidado com produtos de limpeza, pois a limpeza é muito forte e muito arrego faz mal a saúde.

4) Você acredita que as aulas deste trimestre ajudaram a ver a Química de um outro modo? As aulas modificaram sua maneira de encarar as matérias científicas? Por que?

Sim, as aulas de química foram bem melhores e bem mais interessantes, aprendi bem mais coisas. No meu ponto de vista as matérias científicas ficam muito chatas e complicadas, mas aqui consegui eu pude entender bastante.

FRAGMENTO DO QUESTIONÁRIO FINAL (QF08)

3) A visão tradicional da ciência a encara como expressão da verdade. Segundo esta visão, a ciência é neutra e validada por um método infalível: o método científico. Você acredita que a ciência seja mesmo neutra? Será que o método científico é mesmo infalível? Quando algum cientista desenvolve uma pesquisa ele está apenas interessado em melhorar a vida das pessoas? A ciência é a expressão da verdade? A sociedade não interfere nos caminhos da ciência? Justifique sua resposta.

Acho que talvez não seja, quem sempre pode funcionar, pode ser que sim, mas também pode ser que não.
Acho que interfere sim porque se um cientista for fazer um experimento ou algo assim e alguém falar não lá, não, não aceita aquilo, pega aquilo, esse não com toda certeza vai estar interferindo.

FRAGMENTO DO QUESTIONÁRIO FINAL (QF09)

4) Você acredita que as aulas deste trimestre ajudaram a ver a Química de um outro modo? As aulas modificaram sua maneira de encarar as matérias científicas? Por que?

Sim com certeza sim. Porque quando a genteaprofunda no assunto ele que não é bem como a gente pensava, por exemplo: agora eu penso que a química não é só a matéria que estuda na escola e não precisa dele para fazer a prova, mas é uma coisa que faz parte do nosso dia-a-dia. Muito do que aprendi eu uso para o meu cotidiano agora.

FRAGMENTO DO QUESTIONÁRIO FINAL (QF10)

4) Você acredita que as aulas deste trimestre ajudaram a ver a Química de um outro modo? As aulas modificaram sua maneira de encarar as matérias científicas? Por que?

Sim, porque aprendi muita coisa diferente e com essas modificações das aulas eu percebi que fez chamar mais a atenção dos alunos. Eu gostaria que as aulas continuasse assim com nós aprendendo como fazer uma experiência anotando as diferenças isso torna bem mais interessante para os alunos.

FRAGMENTO DO QUESTIONÁRIO FINAL (QF11)

2) Você acredita que seja importante estudar a temática da Qualidade do Ar Interior? Como a compreensão dos agentes e perigos da poluição interior pode auxiliar no seu dia a dia? Existe alguma utilidade prática para os assuntos relativos ao tema? Justifique sua resposta.

Sim, pois apesar de ser um estudo, não apenas começa a levar em conta tudo o que foi estudado, aprendido, e levar para a mesa, para o dia-a-dia. Com a compreensão dos perigos da poluição, fica mais fácil de entender os riscos, os agentes causadores da poluição e com isso agir conforme for necessária a eliminação de algo que aprendemos um dia, por exemplo, as condições que para não haver a poluição, temos que aprender a trabalhar certo para tal, logo e como vamos para prevenir a poluição do ar interior.

3) A visão tradicional da ciência a encara como expressão da verdade. Segundo esta visão, a ciência é neutra e validada por um método infalível; o método científico. Você acredita que a ciência seja mesmo neutra? Será que o método científico é mesmo infalível? Quando algum cientista desenvolve uma pesquisa ele está apenas interessado em melhorar a vida das pessoas? A ciência é a expressão da verdade? A sociedade não interfere nos caminhos da ciência? Justifique sua resposta.

Não acho que a ciência seja neutra, pois assim como tem pessoas que a usam de modo certo, tem pessoas que usam para coisas erradas e que acabam prejudicando a situação pública e a si mesmas.

Não é infalível, pois a ciência nos explica a verdade somente, não é garantido que o que foi realizado seja um fato; ciência, pesquisas, experiências mudam, assim como falamos que a terra era quadrada e descobrimos que é redonda (mas nem tudo o que os cientistas falam quer dizer que é fato ou que seja com certeza a verdade).

Nem sempre é para melhorar, pois porque tem vezes que o cientista pode ter influências de algum dono de produto que está sendo cobrado, e mesmo o cientista sabe que pode prejudicar as pessoas, falam que o que se tem é o que se pode ganhar algum dinheiro por cima.

Eu acho que não a sociedade mas que na maioria das vezes, sim, pois tem gente que faz de tudo para ganhar algo em troca.

4) Você acredita que as aulas deste trimestre ajudaram a ver a Química de um outro modo? As aulas modificaram sua maneira de encarar as matérias científicas? Por que?

Sim, eu sempre achei que a ciência explicava a verdade e o fato de alguma coisa. Toda vez que eu ouvia pessoas das mídias falando que alguma pesquisa foi realizada e que tal coisa fazia mal ou bem as pessoas, eu não questionava, eu achava que era tudo verdade e que "é só os cientistas que falam não para fazer nada". Mas não, com as aulas desse trimestre eu aprendi que nem toda pesquisa é verdade e que eu não cabriamos que está errado, devemos sim questionar, falar o que se falar, mas o que pensamos, eu não sei tudo de cabeça baixa.

4) Você acredita que as aulas deste trimestre ajudaram a ver a Química de um outro modo? As aulas modificaram sua maneira de encarar as matérias científicas? Por que?

Sim porque eu pude ver que a química está em todos os lugares até mesmo em nossa casa, sim, porque para mim química era um assunto que só os grandes cientistas conseguem lidar, e isso é mentira porque na verdade qualquer pessoa pode compreender a química.

FRAGMENTO DO QUESTIONÁRIO FINAL (QF13)

4) Você acredita que as aulas deste trimestre ajudaram a ver a Química de um outro modo? As aulas modificaram sua maneira de encarar as matérias científicas? Por que?

Sim e não. Já achava ciência em geral fascinante, mas as aulas trouxeram mais gosto pela mesma, além de reflexões, como sempre, que "Tudo é química". Para mim a melhor de tudo é que não encara mais a ciência como "mágica", mas é algo mais, mostra não só significados e axiomas, mas o uso e a interpretação da linguagem e do mundo que nos cerca.

5) As aulas deste trimestre ajudaram a compreender a utilidade dos equipamentos de climatização e purificação de ar? Você se acha capaz de auxiliar seus pais a comprar um destes equipamentos? Por que? Justifique sua resposta.

Sim. As diferenças entre cada um dos equipamentos pode passar despercebida para a maioria de nós mas elas existem. Além disso, podemos levar em conta e avaliar os possíveis impactos do uso de cada um deles, e também da possível influência que purificadores naturais exercem no ambiente (como plantas). A compra deve ser feita levando em consideração a potência, o número de pessoas na casa e o tamanho do espaço e modo que liberar energia...

6) Você acredita que é importante discutir a influência da tecnologia na sociedade atual? Por que? Nós podemos ajudar a decidir os caminhos da tecnologia ou ela segue seus próprios caminhos independente de nossa opinião? Justifique sua resposta.

Sim. Estamos cercados da tecnologia, o tempo todo e de todos os modos, e geralmente quando não há reflexão sobre o que nos cerca, a tendência é liturgia. Ainda mais ao pensarmos criticamente, consideramos que a tecnologia influencia de maneira estranhada em nossa sociedade: a reflexão foi deixada de lado por causa dela. Para evitar o domínio da ciência sobre o cidadão, é necessário que se tenha consciência dos fins das demais tecnologias e os meios que elas influenciam em nossas vidas como se tivessem vida própria.

É esta reflexão, não há dúvida, parte de que nos ajuda a iluminar algumas concepções, ajudando-nos a decidir seus caminhos, fazendo a uso da tecnologia que foi dada a ela como objetivo; melhorar a vida dos povos. Cabe a cada um de nós não ser negligente.

FRAGMENTO DO QUESTIONÁRIO FINAL (QF14)

2) Você acredita que seja importante estudar a temática da Qualidade do Ar Interior? Como a compreensão dos agentes e perigos da poluição interior pode auxiliar no seu dia a dia? Existe alguma utilidade prática para os assuntos relativos ao tema? Justifique sua resposta.

sim pois para saber se precisa usar máscara e que evitar para dar saber
como se prevenir.
pode me auxiliar no modo como eu vou me prevenir no dia-a-dia.
sim pois para todos pois são pessoas que realmente se usa porém mais pessoas
nao sim pois já mudei muitos hábitos muito para melhorar a qualidade do ar interior

FRAGMENTO DO QUESTIONÁRIO FINAL (QF15)

APÊNDICE 8 – UNIDADES DE SIGNIFICADO E CATEGORIAS

Categorias definidas a priori: Alfabetização Científica Prática	
Unidades de Significado	Categorias Intermediárias
<p>“O que eu aprendi sobre essa aula é que o ar pode causar muitos problemas a nossa saúde, mesmo o ar que está dentro de nossa casa, que o ar interior tem sido a causa de doenças e de riscos para a saúde da população e que muitos não têm essa noção e não se preocupam muito com isso. [...] muitos dos nossos aparelhos domésticos estão contribuindo para que a nossa saúde piore com o ar que produzem, o ar poluente.” (D003)</p> <p>“Aprendi nessa aula que não é só o ambiente aberto que tem poluição. Dentro de casa também tem e nem imaginava que isso era possível, que os produtos ou mesmo os aparelhos domésticos podem poluir a casa.” (D004)</p> <p>“Nós aprendemos que tem muitas coisas em nossa casa que fazem mal à saúde como, por exemplo, os produtos de limpeza, computador, inseticidas e etc. Eu quando limpava a casa tinha o costume de misturar os produtos de limpeza, tais como desinfetantes, água sanitária, álcool e etc., mas agora não faço mais porque aprendi que faz mal a minha saúde. Antes de aprender sobre a Poluição do Ar Interior (PAI) eu achava que o interior da casa era mais saudável que o ar exterior, mas não é porque no interior de nossa casa tem muitas poeiras, mofo, pesticidas e não é bem ventilado. Já fora de casa (no exterior) o ar circula bem melhor.” (D006)</p> <p>“O ar para nós é muito importante, por isso temos que cuidar com os perigos em nossas casas. Na aula de hoje foi falado sobre a qualidade do ar interior, as reações de cada produto e os tipos de males que podem fazer à nossa saúde. Essa aula foi muito importante porque tem alguns itens da tabela [<i>de poluentes interiores</i>] que eu não sabia que poderiam fazer mal.” (D007)</p> <p>“Nessa aula discutimos sobre a poluição interna e esse era um assunto que não tinha quase ou nenhum conhecimento. Também não sabia que o ar interno em muitas das vezes é muito mais poluído que o ar externo, pois nos ambientes internos há muitos fatores que não conhecia e que colaboram para a poluição como, por exemplo: cigarro, spray aerossol, purificadores de ar, impressoras a laser.” (D008)</p> <p>“Eu achei interessante, pois a maioria das pessoas acha que a poluição está no exterior por causa das fumaças industriais e o cheiro que surge no ar. Nós achamos que o ar mais poluído é o exterior porque já estamos acostumados com esse ar. Com essa aula aprendi que em lugares fechados é que tem mais poluição que no exterior. Foi uma descoberta, pois jamais tinha pensado nisso.” (D011)</p> <p>“Eu não sabia e nunca tinha parado para pensar em quantas coisas que temos em nossa casa e que poluem mais do que carros, fábricas, etc. Foi muito legal essa aula, pois eu soube parar e pensar sobre o que devemos fazer para que não haja poluição em nossas casas, mesmo que seja quase impossível, pois são coisas que usamos no nosso dia a dia.” (D015)</p> <p>“Acredito que seja importante estudar a temática da Qualidade do Ar pois é um assunto não comentado nas escolas e há muitos perigos relacionados ao ar interior, visto que é mais poluído que o exterior. Esses assuntos podem nos ajudar a melhorar a qualidade do ar e nos manter mais atentos aos produtos que potencialmente fariam isso.” (QF01)</p> <p>“[...] muitas vezes acreditamos que o ar de fora é muito ruim para a saúde, mas nem sempre prestamos atenção ao ar interior, que está dentro da nossa casa e que pode causar muitos problemas para nossa saúde. O pó que fica dentro da nossa casa, acumulado nas cortinas, tapetes e etc. Esse pó contém bactérias prejudiciais à saúde, muitas vezes prejudiciais para nossa pele também.” (QF02)</p> <p>“Sim, é muito importante saber como anda a qualidade do ar dentro de lugares fechados, pois</p>	<p>A relação do tema com a vida cotidiana</p>

<p>assim podemos saber como cuidar de nossa saúde e como tentar purificar o ar onde nós vivemos. [...] aprendemos muita coisa com este tema e podemos usufruir desse tema fora da escola para o bem próprio, já que com os estudos desse tema é possível aprender mais a se prevenir de doenças e males que nos rodeiam.” (QF03)</p> <p>“Sim, é muito importante estudar sobre isso [<i>qualidade do ar interior</i>] porque podemos descobrir como melhorar nossa saúde, como tudo funciona, desde a poluição do ar até como melhorar a qualidade do ambiente para que possamos viver melhor.” (QF04)</p> <p>“Na minha opinião, acho importante estudar sobre isso [<i>qualidade do ar interior</i>] pois eu não sabia que o ar interior era mais poluído que o exterior. Pode causar irritação nos olhos, dor de cabeça, asma, renite, entre outras coisas.” (QF07)</p> <p>“Também precisa-se ter cuidado com a poluição interior pois ela nos prejudica muito, mesmo usando ar-condicionado. Se você não limpar seu ar-condicionado as doenças e os poluentes podem acabar prejudicando muito mais a sua saúde. E não é só sobre a limpeza do aparelho que precisamos tomar cuidado: é com a maneira de usá-lo. Se usarmos de maneira errada podemos poluir ainda mais o ar interior. Também precisamos tomar cuidados com produtos de limpeza, pois o cheiro é muito forte e muitas vezes faz mal à saúde.” (QF08)</p> <p>“Com a compreensão dos perigos da poluição fica mais fácil de entender os riscos, os agentes causadores da poluição e com isso agir de acordo com o que aprendemos na sala de aula.” (QF12)</p> <p>“É importante, pois estamos expostos a perigos irreversíveis que podem levar à morte. O pior dos problemas nos edifícios doentes é que não podemos saber à que estamos expostos. Muitas vezes nos deparamos com situações desconfortáveis ou mal-estar nesses locais e não sabemos o porquê. Na realidade a manutenção é precária, os filtros não atendem à demanda, etc.” (QF17)</p>	
<p>“Uma coisa que achei muito legal foi a última pergunta sobre a Serra do Mar. Nossos ouvidos tampam quando descemos a serra. O ar comprime o ouvido formando um tampão até nos acostumarmos com a pressão do ar exterior.” (D033)</p> <p>“No segundo experimento, fizemos uma bexiga encher sozinha. Isso acontece porque aquecendo as moléculas começam a se locomover rapidamente e isso vai enchendo a bexiga. Quanto mais quente, mais rápido as moléculas se locomovem.” (D039)</p> <p>“Gostei muito dessa aula, pois esses assuntos são para refletir coisas que estão no nosso dia a dia e nós não procuramos saber. Essas aulas estimulam a aprender mais e mais sobre esses assuntos!” (D050)</p> <p>“Bem, eu estou compreendendo muito bem as explicações do professor e com a explicação da aula passada eu aprendi que no inverno o odor de um gás demora mais para se espalhar pelo ar, pois as moléculas vibram menos no inverno, diminuindo sua velocidade em relação as moléculas no verão.” (D051)</p> <p>“[...] quando a mexerica está sem descascar as moléculas de gás estão juntas. Quando descascamos a fruta, as moléculas se expandem e o calor influencia muito o movimento delas.” (D062)</p> <p>“E no segundo experimento foram usados dois copos com água à temperatura ambiente. Nesses copos foram colocados dois pedaços de um comprimido efervescente. A primeira parte foi triturada em um almofariz e a outra foi usada inteira. Foram jogados ao mesmo tempo na água e o mais triturado derreteu rapidamente enquanto o outro demorou para diluir. Então, aqui o que influenciou foi o tamanho. Por isso que cortamos os alimentos em partes para cozinhar mais rápido.” (D171)</p> <p>“Foi aprendido e tratado através de experimentos nessa aula que as reações químicas (ou ao menos parte delas) pode ser controlada. E fazemos isso várias vezes no cotidiano sem perceber. Ao usar uma panela de pressão para cozinhar por exemplo, há uma influência que faz com que o feijão ou seja lá o que estiver na panela, cozinhar mais depressa.” (D176)</p> <p>“Eu adoro aprender coisas novas e com esse tipo de aula estou aprendendo bem mais. Eu não tinha a mínima noção de que as batatas continham enzimas e que perdiam a maior parte delas quando cozidas.” (D177)</p>	<p>A utilidade prática do conhecimento científico</p>

“Eu, particularmente, gostei da aula e também aprendi muito mais. Por exemplo, eu não sabia que as enzimas das batatas poderiam acelerar uma reação química. Agora com a experiência eu aprendi e gostei muito mesmo.” (D180)

“Sim, as aulas deste trimestre me fizeram ver a Química e outras matérias científicas de modo diferente, pois para mim essas matérias eram só contas, aprender como fazer essas contas. Vejo diferente agora, vejo que as matérias científicas não são só contas, são coisas que vemos ou fazemos no dia a dia e que não sabemos que é considerado ciência, como as reações químicas.” (QF01)

“Em todas as aulas foi possível aprender um pouco mais sobre a Química em diferentes lugares que podemos encontrá-la em nosso dia a dia. Todas as aulas que tive me ajudaram a ver como matérias científicas podem nos ajudar a ter melhores visões do que nos rodeia e saber como funcionam certas coisas que as vezes até parecem sem importância para alguém que não preste atenção, mas que podem fazer toda a diferença em certas ocasiões.” (QF03)

“[...] a Química não é só laboratório com jaleco e luvas, fazemos química em nossa casa também, como no ato de cozinhar e cortar os alimentos para um cozimento mais rápido.” (QF05)

“[...] agora eu penso que a Química não é só a matéria que se estuda na escola e só precisa dela para fazer a prova, mas é uma coisa que faz parte do nosso dia a dia. Muito do que aprendi eu uso para o meu cotidiano agora.” (QF10)

Categorias definidas a priori: Alfabetização Científica Cívica

Unidades de Significado

“O ar-condicionado deve ser limpo semanalmente, porque a sujeira pode causar doenças nas pessoas. Nos shoppings o perigo é sempre maior porque nunca sabemos se está limpo ou não. [...] não sei explicar muito em palavras o que entendi, mas agora eu sei que posso processar um prédio se eu passar mal naquele estabelecimento.” (D108)

“É importante a divulgação e a manutenção regular *[dos sistemas de ar condicionado]* para evitar os casos e as vítimas.” (D112)

“Foi passado um vídeo mostrando o ar condicionado por dentro, com uma câmera foi encontrada muita poeira, sujeiras, restos de ratos mortos, bolores e etc. E no vídeo falava que os edifícios mal construídos, mal iluminados e mal ventilados com o tempo podem adquirir a Síndrome do Edifício Doente, mais conhecida como SED. E se um edifício fica doente, imagine uma pessoa que vive nele? No vídeo mostrou que existe uma doença chamada Legionella, que pode levar uma pessoa até mesmo à morte, tudo por causa de um ar-condicionado sem cuidado e sem manutenção constante. Essa bactéria assassina, em 1970, originou 182 casos de pneumonia e 30 pessoas mortas. Tudo por causa de um descuido de um hotel na Filadélfia. Por isso é muito importante a manutenção constante e a divulgação de quando foi feito a manutenção e se tudo está certo, porque às vezes por descuido de uma pessoa muitos podem pagar.” (D113)

“Na minha opinião foi muito boa essa aula, porque eu nunca escutei falar nessa doença *[SED]*. Acho que deveria ser mais divulgada e também o professor ‘puxar’ mais sobre esses assuntos, pois assim nós podemos aprender mais e ficar mais atentos aos riscos.” (D114)

“Não faz muito tempo que os estudos sobre essa doença começaram *[SED]* e também não é muito comum se ouvir falar nesse tipo de doença. A maioria das pessoas nem mesmo sabem que existe, o que é. Tem aquelas que até brincam pensando que é algum tipo de piada. O problema é combater esse problema, já que está em todos os lugares e quase ninguém se importa.” (D116)

“No decorrer da aula discutimos sobre o quão mal um ar condicionado pode fazer para nossa saúde, sendo que pode nos levar à morte. Edifícios doentes são um problema e não devemos permanecer nesses locais e se for o caso, nos informar sobre a manutenção dos mesmos.” (D118)

“O ar deveria ser a primeira preocupação do ser humano. Saber que gases são inalados, em que circunstâncias e também como funciona a circulação de ar em esses espaços pode influenciar em nossa qualidade de vida. E não há qualidade de vida sem ter o melhor do essencial.” (QF14)

“[...] para saber se prevenir você deve saber o que acontece e então tomar prevenções. [...] já mudei vários hábitos meus para melhorar a qualidade do ar interior.” (QF15)

“As aulas expandiram meu conhecimento de forma significativa, tanto que usei muito do que aprendi em debates com amigos.” (QA03)

Categorias definidas a priori: Alfabetização Científica Cultural	
Unidades de Significado	Categorias Intermediárias
<p>“O professor nos deu quatro caixas fechadas e a gente tinha que adivinhar ou chegar próximo ao objeto que estava dentro. [...] E nessa brincadeira podemos entender como um modelo científico é estudado, que nem sempre o modelo é exatamente como nós vemos, que ele se assemelha ao real. É uma forma de entendermos como é e poder estudar com maior facilidade e entendimento.” (D067)</p> <p>“A aula falava sobre o que seria um modelo científico e qual sua utilidade. É tipo uma provável representação de algo que nem sempre é igual ou parecido à realidade. E a utilidade é representar algo que não se pode ver ou é muito pequeno para podermos saber.” (D068)</p> <p>“[...] um modelo científico não é o modelo exato das coisas, mas tem características semelhantes e sempre pode estar mudando em algum detalhe. Ele serve para explicar ou representar alguma teoria.” (D076)</p> <p>“Modelos científicos podem muito bem serem estabelecidos usando como base os sentidos (fazendo experimentos que tenham como fim ver, ouvir, enfim, detectar certas mudanças) ou a razão (não dependendo necessariamente de experimentos). A finalidade disso tudo é poder entender o que acontece realmente, sem precisar ver o que, até agora, não pôde ser visto ou aprendido.” (D078)</p> <p>“A partir do texto e das perguntas descobrimos que os cientistas também são humanos e por isso podem ser influenciados por alguém ou dizer que alguma pesquisa é tal coisa para ganhar dinheiro ou outra coisa. Por exemplo, algum cientista está prestes a falar qual é o resultado de sua pesquisa sobre os fones de ouvido, mas esse cientista conclui que o fone de ouvido não faz mal ao ouvido porque o ‘cara’ que vende fones fez com que ele concluísse isso, para vender mais fones.” (D081)</p> <p>“Uma teoria científica nunca está acabada e as chamadas ‘verdades científicas’ ou ‘provado cientificamente’ é algo é aceito baseado nas pesquisas atuais. Isso quer dizer que não tem como os pesquisadores chegarem a uma resposta concreta. Eles não têm como testar em todas as pessoas do mundo para saber que determinado produto não faz mal para ninguém.” (D082)</p> <p>“Na verdade os cientistas nunca sabem o que os alimentos transgênicos podem fazer no organismo, pois cada organismo é diferente, eles só têm uma hipótese do que pode acontecer.” (D083)</p> <p>“[...] nem todo projeto precisa de experiências para saber se vai dar certo e outra coisa, nem tudo que você for fazer pode dar certo. É igual a receita de um bolo, você pode colocar tudo que pede mas não significa que vai dar certo.” (D084)</p> <p>“Em geral, uma teoria científica é baseada em informações e observações feitas por vários outros cientistas que chegaram à mesma conclusão várias vezes. Mas nem mesmo o fato de ter sido testada várias vezes por vários cientistas distintos deixa completamente verdade incontestável, pois sempre podem haver contradições.” (D085)</p> <p>“Não podemos parar de acreditar na ciência, mas mesmo que a gente acredite não podemos ‘confiar cegamente’ porque nada relacionado à ciência é totalmente confiável, comprovado. A ciência chega ao mais próximo possível da verdade. O cientista é um cidadão comum como todos nós, a diferença é que ele estudou sobre a ciência, fez experimentos, pesquisas. Ele pode sim ter ajuda de outras pessoas e ser influenciado por elas em suas decisões.” (D086)</p> <p>“Nunca me ocorreu a ideia de que o conhecimento científico nem sempre é tão certo, pois os cientistas confiam naquilo que é chamado de raciocínio indutivo (que muito de nós confiamos também). Por exemplo: como sei que essa cadeira não se quebrará quando eu me sentar nela? Como sei que o sol se levantará amanhã? Por que já vi coisas como essas muitas e muitas vezes. Porém nada impede que a cadeira se quebre quando eu me sentar ou que uma panda inflável de um milhão de quilômetros ilumine nosso dia. Outro exemplo é sobre a análise de várias coisas e a conclusão de que todas são iguais. O raciocínio indutivo, portanto, compromete as</p>	<p>A Natureza da Ciência</p>

verdades científicas e faz nossa confiança nelas diminuir.” (D091)

“Na verdade, um gás ideal não existe, pois é um gás inventado para idealizar como seria possível calcular a temperatura mediana de um gás. A temperatura mais baixa que um gás ideal pode chegar é 0 K (zero absoluto) e pelo que se sabe na ciência hoje em dia, ainda não foi possível chegar a esta temperatura. Se um gás chegasse a isso, seu volume se anularia, independentemente do gás. Mas isso também não acontece no mundo físico.” (D093)

“[...] descobri que o gás ideal não existe e é apenas um modelo. Muitos gases reais quando submetidos a altas temperaturas e baixas pressões comportam-se de acordo com as leis estabelecidas para os gases reais.” (D096)

“A interação geral dos gases seria perfeitamente válida para um gás cujas moléculas não interagissem entre si. Mas na verdade isso não acontece com nenhum gás.” (D104)

“Gases ideais são modelos, representações dos gases que existem no mundo real. Como foi visto na aula sobre modelos, é praticamente impossível estabelecer um modelo que seja perfeitamente condizente com a realidade. Modelos como o dos gases ideais são perfeitamente mensuráveis. Como é possível medir, pesar um gás real? É para isso que existe o modelo. Gases se comportam de maneiras diferentes em certas temperaturas. Porém, há casos em que os gases reais se comportam como postulado no modelo.” (D106)

“[...] o método científico pode ser falível já que não há certeza de que pode ser comprovado após um experimento, por exemplo. A ciência não tem total controle ou total certeza de que algo que os cientistas imaginam pode ser verdade. [...] a ciência não é a expressão da verdade, é apenas a busca por ela ou a representação do que talvez ela possa ser.” (QF03)

“Acredito que os cientistas tentam fazer tudo para melhorar a vida das pessoas porque através de pesquisas e experimentos um cientista pode fazer uma pessoa ficar melhor. Por outro lado, através da ciência eles podem manipular as pessoas, fazer com que elas fiquem dependentes de certos produtos.” (QF04)

“[...] não devemos acreditar cem por cento na ciência, porque nada pode ser testado em todos os tipos de pessoas e as pesquisas nem sempre são verdadeiras, pois às vezes são só para influenciar na compra ou no uso do produto. Alguns itens são pesquisados pela ciência, às vezes, para manipular a opinião das pessoas que pretendem utilizá-los. Por exemplo, se eu quero vender água-de-coco mas o povo não confia no meu produto, eu pago para algum cientista fazer uma ‘pesquisa’ sobre meu produto. No final ele obtém um resultado positivo e após isso muitos compram de mim, pois viram que os cientistas aprovaram meu produto.” (QF06)

“Na minha opinião ela [a ciência] não é cem por cento confiável, pois depende da intenção de cada cientista. Ele não vai fazer experimentos sozinho, pode ter sua opinião, ter ajuda de uma segunda pessoa ou até de uma terceira.” (QF07)

“A ciência serve para muitas coisas, como cosméticos, alimentos, remédios e etc. Resumindo, ela está presente em nossa vida sempre. Mas dizer que a sociedade não interfere nos caminhos da ciência é um pouco verdade e um pouco mentira. Nem sempre a sociedade se importa com isso, então para mim é meio a meio.” (QF02)

“Acho que [a sociedade] interfere sim, porque se um cientista for fazer um experimento ou algo assim e alguém falar não faz isso, coloca aquilo, pega aquele, esse não, com certeza vai estar interferindo.” (QF09)

“Não acho que a ciência seja neutra, pois assim como tem pessoas que a usam de modo certo, tem pessoas que usam para coisas erradas e que acabam prejudicando outras pessoas e a si mesmo. [...] eu sempre achei que a ciência explicava a verdade, o fato de alguma coisa. Toda vez que eu ouvia pessoas na televisão falando que alguma pesquisa foi realizada e que tal coisa fazia mal ou bem às pessoas eu não questionava. Eu achava que era tudo verdade e que ‘se foram os cientistas que falaram eu não posso fazer nada.’ Mas não, com as aulas desse trimestre eu aprendi que nem toda pesquisa é verdade e que se achamos que está errado, devemos sim questionar, bater o pé e falarmos o que pensamos e não aceitar tudo de cabeça baixa.” (QF12)

“A sociedade com certeza interfere nos caminhos da ciência pois, por exemplo, se a ciência desenvolve um produto e nós não gostamos desse produto, não iremos comprá-lo. Isso faz com que esse produto não gere lucro. Isso faz com que a ciência faça o que a sociedade precisa.” (QF16)

<p>“Esse trimestre me ajudou a ver que a Química não é assim tão ruim. A maneira que foram dadas as aulas ajudaram muito. Eu vejo a Química de outra forma agora, tudo que a gente pensa que está certo às vezes não é tão certo assim. Tiramos várias dúvidas sobre as coisas que nos cercam.” (QF02)</p> <p>“Todas as aulas que tive me ajudaram a ver como matérias científicas podem nos ajudar a ter melhores visões do que nos rodeia e saber como funcionam certas coisas, que às vezes até parece algo sem importância para alguém que não preste atenção, mas que pode fazer toda a diferença em certas ocasiões. Isso porque essas aulas deixaram, de certa forma, os alunos mais sábios e atentos aos estudos e a prestar mais atenção no mundo em que vivemos.” (QF03)</p> <p>“Hoje eu respeito muito mais a Química do que antes porque está tudo à nossa volta. É só ter um pouco de conhecimento do assunto que você enxerga tudo de outra maneira.” (QF05)</p> <p>“A Química me fez mudar meu jeito de olhar para as coisas, sempre quando vejo algo que me lembra as aulas eu lembro do que nós estudamos.” (QF07)</p> <p>“Sim, as aulas de Química foram bem melhores e bem mais interessantes, aprendi bem mais coisas. No meu ponto de vista, as matérias científicas eram muito chatas e complicadas, mas esse trimestre eu pude entender bastante.” (QF08)</p> <p>“[...] para mim química era um assunto que só os grandes cientistas conseguiam lidar e isso é mentira, porque na verdade qualquer pessoa pode compreender a química.” (QF13)</p> <p>“Já achava ciência em geral fascinante, mas as aulas expandiram meu gosto pela mesma. Além de reforçar, como sempre, que ‘tudo é química’. Porém, o melhor de tudo é que não encaro mais a ciência como ‘só contas’, mas como algo mais. Envolve não só significados e axiomas, mas o uso e a interpretação da linguagem e do mundo que nos cerca.” (QF14)</p>	<p>Novos Olhares para a Ciência</p>
--	--

Categorias definidas <i>a priori</i>: Alfabetização Científica Profissional	
Unidades de Significado	
<p>“Bem, hoje o professor fez uma pergunta: ‘As moléculas se comportam do mesmo jeito que a teoria prevê?’ A resposta é não, até porque o professor nos deu um texto falando sobre as teorias existentes sobre esse assunto e conseguimos calcular o movimento das moléculas. Nessa parte de calcular é a parte que mais gosto, pois tenho muita facilidade em fazer contas, principalmente quando consigo realizá-las. Eu quero ser engenheira ou arquiteta, pois são as coisas que eu tenho muita facilidade e que gosto também.” (D095)</p>	

Categorias definidas <i>a priori</i>: Alfabetização Tecnológica Prática	
Unidades de Significado	
<p>“[...] Por isso precisamos limpar de tempos em tempos o ar-condicionado, porque sem perceber isso causa muitas doenças e ainda mesmo se não causar doenças, pode prejudicar muito sua saúde. Então precisamos limpar pelo menos uma vez por mês o filtro e uma vez por ano fazer uma limpeza geral para que a sujeira não prejudique sua saúde.” (D110)</p> <p>“Na aula o professor passou um vídeo sobre os tipos de climatizadores que devemos comprar para não prejudicar a saúde e devemos ter muito cuidado ao escolher um. [...] A aula de hoje foi bem proveitosa, porque essa aula serviu para eu saber o modelo de um climatizador e serviu também para eu saber diferenciar um do outro.” (D122)</p> <p>“Os AC [aparelhos de ar condicionado] parecem oferecer mais riscos. ‘Tudo que é bom demais tem um preço’. [...] As diferenças entre os aparelhos são técnicas demais para um consumidor leigo (as diferenças que importam) que busca um aparelho que não ofereça riscos à sua saúde.” (D124)</p> <p>“Aprendi que os umidificadores são as melhores opções para escolha. Eu gostei muito da aula, pois aprendi coisas que eu nem sabia e gostaria que tivesse mais aulas falando desse assunto.” (D125)</p>	

“Nesta aula discutimos e aprendemos a diferença entre vaporizadores, umidificadores e ar-condicionado. Suas diferenças para a nossa saúde. Há inúmeras marcas, modelos e vantagens, assim como desvantagens. [...] Acho importante aulas assim. É mais fácil de entender.” (D128)

“Essa aula eu achei muito interessante, pois sempre achei que os purificadores de ar melhoravam muito a qualidade do ar e as plantas também, mas vi que estava enganado.” (D135)

“Na aula de hoje estudamos sobre aparelhos de purificação do ar. Um assunto muito legal que eu não sabia, só conhecia os aparelhos de ar-condicionado. Mas também não são tão eficientes como deveriam. Tem vários tipos de purificadores, como o removedor de partículas, removedores de gás e até mesmo as plantas. Mas eles podem sim ajudar com a purificação do ar, sempre tendo uma ventilação adequada e reduzindo as fontes de poluição. Uma descoberta bem legal também foi a de um aspirador que remove as partículas de pó e também prende micro-organismos ajudando na limpeza.” (D136)

“Alguns aspiradores de pó utilizam filtros do tipo HEPA. Esse tipo é muito bom porque eles são projetados para reter as partículas que fazem mal à saúde, enquanto as vassouras e espanadores levantam partículas de poeira e dispersam ácaros pelo ar.” (D138)

“Nesta aula falamos sobre os aparelhos para purificação do ar interior. Existem muitos aparelhos para ações específicas. Por exemplo, existem os removedores de partículas e os removedores de gás. Um deles remove as partículas de poeira e o outro tira odores, gás, etc.” (D140)

“Dando continuidade à aula sobre purificadores de ar (ar-condicionado, vaporizadores e aquecedores). Nesta aula podemos ver sobre os purificadores eficientes segundo a EPA, a agência de proteção ambiental norte-americana. Primeiramente, há duas maneiras de purificação: removedores de partículas que prendem a sujeira como em uma armadilha e removedores de gás, que removem gases e odores. Ambos são ligeiramente eficientes, porém há certos meios de purificação que dever ser evitados, como geradores de ozônio, exaustores e plantas, os quais podem ser não muito eficientes ou prejudiciais.” (D143)

“Existem outras formas de purificação e limpeza do ar ambiente, como por exemplo: geradores de ozônio, exaustores de cozinha, purificadores de ar de mesa e plantas que não fazem muito efeito. Um bom removedor de partículas é o aspirador de pó, especialmente com filtros HEPA. (D144)

“Vassouras levantam muito pó e ácaros, por isso é importante usarmos aspiradores de pó com tecnologia (HEPA), pois eles absorvem partículas até 230 vezes menores que um fio de cabelo.” (D145)

“Concluimos que a maneira mais efetiva de resolver esses problemas é reduzindo as fontes de poluição e utilizar uma ventilação adequada. Depois discutimos sobre os aspiradores de pó que utilizam filtros do tipo HEPA. Vimos que eles podem ser considerados aparelhos de purificação, pois quando são utilizados na limpeza da casa sugam toda a sujeira e seguram dentro deles. Diferente das vassouras que só levantam a poeira e depois de alguns minutos o pó cai tudo de novo no chão.” (D146)

“Sim, pois a partir disso vamos saber qual é o aparelho eletrônico adequado para nós e suas funções. Aprendemos a como entender suas especificações técnicas, tornando melhor e mais segura a sua manutenção.” (QF06)

Categorias definidas a priori: Alfabetização Tecnológica Cívica

Unidades de Significado

“Antes de sairmos comprando qualquer um [aparelho de climatização] temos que verificar o tamanho do ambiente, o seu isolamento, a sua exposição ao sol ou a sombra e o número de pessoas que irão frequentar o ambiente. E tem uma coisa muito importante também, verificar se há mais algum eletrônico no ambiente.” (D122)

“Nessa aula eu aprendi a importância de utilizar um aparelho desses e quais os critérios que devemos ter quando formos escolher um para comprar.” (D127)

“Nessa aula falamos sobre os aparelhos de climatização (ar-condicionado, aquecedores, umidificadores e vaporizadores). Discutimos um pouco sobre os critérios para a compra de um desses aparelhos, pois esses aparelhos se usados de maneira errada podem acabar prejudicando a saúde.” (D133)

“[...] antes eu não sabia como eu deveria comprar um ar-condicionado ou o que se deve levar em consideração para se comprar um. Nesse dia eu aprendi até mesmo a calcular o ar-condicionado aprovado para tal lugar. Foi muito legal mesmo.” (D134)

“No final da aula cheguei à conclusão de que o melhor a escolher na hora da compra é o removedor de partículas, pois estas partículas de poeira podem ocasionar um grande mal para a saúde de quem tem asma, bronquite, etc.” (D140)

“Quais as maneiras mais efetivas de propiciar uma melhoria na qualidade do ar interior? A resposta é simples: a maneira mais efetiva de resolver esse problema é reduzindo as fontes de poluição e utilizando uma ventilação adequada. Se todo mundo fizer isso o ar dentro de casa vai melhorar muito. Eu, particularmente, gostei muito da aula e aprendi que a melhor coisa é você ter uma ventilação adequada e diminuir a poluição. Isso favorece mais a nossa saúde do que comprar os aparelhos de purificação do ar interior.” (D142)

“Sim, porque agora eu posso dizer para eles que não é adequado comprar aquele equipamento. Que o mais adequado é um que não prejudique nossa saúde e eu entendo agora qual seria o melhor. E meus pais quando eu falo alguma coisa que eu aprendi na escola eles acreditam e procuram seguir.” (QF02)

“Sim, acho que sou capaz de auxiliar a escolherem um produto que não faça muito mal à saúde, já que estudamos isso e deu para entender como funcionam certos equipamentos e como podemos escolher do melhor jeito. Escolhendo um produto que resolva os problemas que queremos e que não sejam tão prejudiciais à nossa saúde e à saúde da nossa família.” (QF03)

“Porque com a aula tive um conhecimento mais aprofundado sobre esses equipamentos. Tenho que saber para qual finalidade será utilizado o equipamento, porque não existe um equipamento só para todas essas funções. [...] por exemplo, as plantas não são tão eficazes para purificar o ar, mas podem ajudar outro equipamento como os aspiradores de pó que retiram e seguram os micro-organismos evitando de espalhá-los pelo ambiente, como fazem as vassouras.” (QF05)

“Acho que para comprar é necessário avaliar o preço. Às vezes pode ser caro, mas não ser tão bom quanto parece e um mais barato pode ser melhor. Tem que ver se a qualidade é realmente boa, se economiza energia, se faz realmente bem ao ambiente, ao ar.” (QF07)

“Sim, na hora da compra desses aparelhos devemos levar em consideração a qualidade e não o dinheiro, pois se você comprar e usar de maneira errada pode até prejudicar mais ainda o ar. Por exemplo, se você comprar um umidificador deve ter cuidado para que não deixe o ar muito úmido, pois isso pode provocar mofo que podem prejudicar mais ainda a saúde.” (QF08)

“Sim, eu acho que sou capaz porque eu aprendi qual que é o melhor. Que nem sempre a gente tem que ir pelo preço ou pela marca. Você tem que ver o que faz menos mal a nossa saúde.” (QF11)

“[...] além de saber comprar e limpar corretamente tem que saber da qualidade, do que acontece dentro do equipamento, se é isso mesmo que precisamos e o custo do equipamento também é importante.” (QF12)

“Sim, porque com o decorrer das aulas eu pude aprender que um ar-condicionado ou um purificador de ar tem que ser limpos frequentemente e a melhor escolha para um ar-condicionado é aquele que permite que o comprador possa realizar a limpeza com facilidade. Se o ar-condicionado estiver sujo e mal cuidado as chances de pegar uma doença vão aumentar.” (QF13)

“As diferenças entre cada um dos equipamentos pode passar despercebida para a maioria de nós, mas elas existem. Além disso, podemos levar em conta e avisar as pessoas próximas do perigo de cada um deles e também da pouca influência que purificadores naturais exercem no ambiente (como plantas). A compra deve ser feita levando em consideração a potência, o número de pessoas na casa, o tamanho do espaço, nada que libere ozônio, etc.” (QF14)

Categorias definidas *a priori*: Alfabetização Tecnológica Cultural

Unidades de Significado

“A reflexão sobre a tecnologia – para que ela foi feita, para que está sendo usada e o que será dela no futuro – tem um caráter muito peculiar, afinal aqui é discutido sobre uma criação propriamente humana, não é como falar de política ou metafísica, por exemplo. Diferentemente desses termos, a tecnologia pode – ou poderia – ser controlada de todos os modos por seu criador. Mas não parece ser bem o caso. [...] É dito que a tecnologia melhorou a qualidade de vida, tendo em vista a expectativa de vida humana. Vivemos mais, mas vivemos melhor? O ser humano provou de uma vez por todas que possui um intelecto incrível ao conceber tais tecnologias. Falta descobrir se a capacidade humana será capaz de controlar o que sai da sua imaginação.” (D148)

“É um assunto que dá muito ‘pano para a manga’ porque existem vários tipos de tecnologia para várias situações e usos, mas a tecnologia não tem um certo ou um errado, varia da forma de cada um pensar e utilizar a tecnologia. Praticamente tudo ao nosso redor é tecnologia, desde a luz de dentro de casa até as armas que os militares usam tem tecnologia, para o bem como também para o mal. A tecnologia segue seus próprios caminhos, nós nos adaptamos a ela e somos

influenciados por ela.” (D149)

“Existem muitas coisas que são tecnologia e não duvido que anos mais tarde tudo vai ser e existir em função da tecnologia. [...] Na minha opinião a tecnologia vai chegar ao ponto de ninguém mais conseguir parar ela de crescer e se modificar.” (D150)

“Na verdade eu acho que não é a tecnologia que é ruim e mata as pessoas (com exceção das bombas atômicas), pois as armas, se ninguém usar não vão fazer mal, não vão matar nem machucar ninguém. São as pessoas que as usam que são as culpadas.” (D151)

“Temos tecnologia presente no nosso dia a dia e não temos controle sobre ela. É como se dependêssemos dela cada vez mais. Fomos questionados sobre se realmente precisamos dela. E sim, precisamos na maioria de nossas atividades. É como se estivesse nos manipulando a todo momento e a verdade é que não há quem não foi corrompido.” (D152)

“Na minha opinião, nós podemos seguir nossos caminhos sem a tecnologia e talvez consigamos decidir os caminhos da tecnologia.” (D153)

“A tecnologia pode ser neutra, como no caso das armas. Elas não disparam sozinhas, nós que escolhemos usá-las ou não, como se diz ‘armas não matam pessoas, pessoas matam pessoas’.” (D155)

“Podemos decidir os caminhos da tecnologia, pois se não gostarmos não compramos e isso faz com que nós tenhamos a tecnologia a nosso gosto. Também acho que não deveria existir tecnologias como as usadas com as armas, bombas nucleares e outros tipos que são usadas na guerra, porque essas só têm o objetivo de matar ou ferir.” (D156)

“A tecnologia é boa, depende de quem usa. Por exemplo: as armas têm propósitos ruins, mas tem gente que usa para defesa própria. Igual à internet, ela foi criada para uma coisa específica, mas ninguém usa com este propósito hoje. Tem gente que usa para coisas boas, como para o trabalho e outras pessoas para fazer maldades.” (D157)

“Vimos que a tecnologia não é só os aparelhos eletrônicos e que ela está presente em nossa vida mais do que a gente imaginava. Hoje em dia é difícil se separar do mundo tecnológico. A tecnologia é muito boa e importante para a nossa vida, pois ela facilita nossas tarefas e torna mais fácil nossa vida. Diversas doenças e limitações são superadas e a vida se prolonga através da tecnologia. Mas ao mesmo tempo ela traz algumas desvantagens, como o controle e manipulação da nossa vida.” (D158)

“Nós podemos decidir os caminhos da tecnologia porque podemos escolher usar ou não usar e se não fosse por nós, nunca iriam fazer aparelhos mais avançados.” (D160)

“Acredito que seja importante sim discutir a influência da tecnologia porque querendo ou não a tecnologia está por toda parte em nossas vidas. Acho que não podemos mudar ou decidir os caminhos dela, podemos auxiliar, mas a pessoa que realmente pode mudá-la é quem criou.” (QF01)

“A tecnologia está em praticamente tudo que usamos no nosso dia a dia, como também em armas e bombas nucleares. Hoje em dia a tecnologia é usada para fabricar nossos alimentos, roupas, sapatos e todo tipo de utensílios. Está até mesmo nos shampoos, cremes e sabonetes. Resumindo, está em tudo. A tecnologia se tornou parte de nossas vidas.” (QF02)

“O homem criou a tecnologia e precisa saber guiar sua criação. A tecnologia é uma coisa neutra, algo que foi feito para que se possa ser usado em diferentes situações. Mas também há aquela tecnologia que já tem um objetivo para ser usado, como as armas de fogo, que foram criadas com a intenção de ferir outras pessoas. [...] Eu, particularmente, defino a tecnologia como algo usado e elaborado para facilitar a nossa vida e, muitas vezes para alguns ser um pequeno modo de busca pela verdade. A tecnologia é usada dependendo de que a usa, mas são pequenas coisas que mudam (às vezes) por completo a vida de uma pessoa.” (QF03)

“Tudo tem uma ponta de tecnologia, mesmo não sendo um equipamento tecnológico foi feito por um! Acho que não vivemos mais sem tecnologia. Por causa dela hoje se pode ver um bebê na barriga mãe e saber se tem alguma doença. Podemos salvar vidas através de cirurgias e várias outras coisas que não seriam possíveis se não tivéssemos a tecnologia, como a luz. Não conseguiríamos viver sem ela.” (QF05)

“Mesmo não sendo possível decidir o rumo da tecnologia nós podemos ajudar, pois de acordo com nossos comentários, o ‘produto’ pode ser evoluído na sua próxima geração.” (QF06)

“Nós decidimos sobre os caminhos da tecnologia, pois a tecnologia está sempre em mudança. Está sempre se desenvolvendo e tornando-se melhor.” (QF08)

“A tecnologia está avançando rápido e ainda controlada, porém eu acho que nós só vamos poder decidir o caminho da tecnologia até um certo ponto, pois agora as crianças estão crescendo à base da tecnologia e achando que podem

qualquer coisa com ela. Para os próximos anos não sei se poderei dizer o mesmo que acontece agora, pois as crianças crescem e sabe se lá o que vão se tornar no futuro próximo.” (QF12)

“Estamos cercados de tecnologia o tempo todo e de todos os modos, e geralmente quando não há reflexão sobre o que nos cerca a tendência é estagnar. Ao pensarmos criticamente concluímos que a tecnologia influência de maneira estrondosa em nossa sociedade e a reflexão foi deixada de lado por causa dela. Para evitar o domínio da criação sobre o criador é necessário que se tenha consciência dos fins das demais tecnologias e dos meios que elas influenciam em nossas vidas, como se tivessem vida própria. E essa reflexão (não há certeza) pode ser que nos ajude a iluminar algumas concepções, ajudando-nos a decidir seus caminhos e fazer o uso da tecnologia em função de seu objetivo: melhorar a vida das pessoas. Cabe a cada um de nós não ser negligente. [...] Podemos definir tecnologia como tudo o que foi desenvolvido por mãos humanas no decorrer da história. Discutir tecnologia é discutir a ciência, as construções e também os equipamentos e sua influência na sociedade e também na Terra.” (QF14)

“É importante discutirmos sobre ela para poder entende-la. Não influenciemos que rumo ela tomará, pois cada vez mais precisamos dela. Tornou-se nossa salvadora muitas vezes. Tem progredido tanto que nem se quer podemos acompanhar e talvez pode acabar sendo manipuladora de nossas mentes.” (QF17)

Categoria emergente: Encaminhamentos Metodológicos

Unidades de Significado	Categorias Intermediárias
<p>“Por se tratar de um assunto que exige reflexão e discernimento referentes ao cotidiano, a referida aula despertou um grau mais elevado de atenção e ponderação em toda a turma, o tempo todo e de todos os modos. [...] Além disso, a aula foi produtiva por não ter delongas e, ao meu ver, transformou uma aula de uma matéria exata em uma palestra coletiva que atingiu vários pontos sobre um assunto que nos cerca, nos afeta, mas que nós comumente não damos muita importância durante a turbulência e a pressão da vida.” (D005)</p> <p>“A aula foi muito interessante, várias pessoas participaram e deram suas opiniões, foi muito boa e participativa. [...] Na minha opinião, eu gostei da aula pois foi uma aula interativa e fiquei sabendo de coisas que não sabia.” (D009)</p> <p>“Na minha opinião as matérias e os métodos estão sendo muito bem explicados, sendo assim minhas dúvidas estão sendo bem poucas ou quase nenhuma.” (D055)</p> <p>“Eu gostei dessa aula, foi uma coisa diferente. Sempre tive curiosidade em saber como seria uma aula com coisas novas, diferentes e essa aula foi uma dessas. É legal de se fazer e dá mais vontade de aprender. Essa aula, por exemplo, deu a entender que o ar é como uma caixa que não se pode abrir para ver. A gente sente e imagina do nosso jeito como são as moléculas, pois não tem como abrir uma caixa para saber como elas realmente são.” (D064)</p> <p>“Eu achei a aula bem legal, diferenciada das outras e eu estou entendendo bem mais a matéria de química do que antes.” (D065)</p> <p>“Foi legal, divertido e muito ‘massa’. Eu gostei muito mesmo, até porque eu já havia falado que gosto de coisas novas e é uma forma de aprendermos melhor e de um jeito bem divertido. Foi muito bom o professor ter escolhido essa forma de nos dar aula. Continue assim, está muito divertido e eu estou gostando muito.” (D075)</p> <p>“A aula foi muito boa e até engraçada. Foi um método novo de ensino e foi aprovado pelos alunos. Estes novos experimentos e métodos de ensino determinados pelo professor estão sendo bem recebidos pelos alunos que estão se interessando mais pela aula e aprendendo mais também. Além do fato de terem que prestar atenção na aula para que possam fazer um bom relatório.” (D077)</p> <p>“Foi super legal a aula dos experimentos e a das caixas. Acho que com esse tipo de aula nós participamos mais e é um jeito de unir a turma.” (D103)</p> <p>“Nessa aula eu gostei muito do vídeo, eu acho que devia se repetir porque assim é mais divertido que ficar só na sala.” (D108)</p> <p>“Essas aulas anteriores e esse novo modelo de aula me surpreenderam bastante, pois passei a me interessar mais pela matéria.” (D192)</p>	<p>A Dinâmica das Aulas</p>

"[...] ninguém se importava muito com matérias científicas e depois dessas aulas com experimentos e relatórios a Química fica muito mais fácil de se entender. A partir daí é que fica muito mais claro e mais simples de se encarar a matéria científica." (QF03)

"[...] antes era muito confuso para mim, mas a partir desse novo modelo de aula juntando prática e teoria me fizeram entender mais facilmente as análises de conteúdo. Os resumos a serem entregues também nos fizeram prestar atenção nas aulas, pois nossos relatórios dependem da aula." (QF06)

"Vivenciando as experiências, fazendo relatórios que me forçaram a encarar os experimentos com mais ardor, entendi algumas reações e ações que na teoria não saíam muito conforme o esperado! As aulas trazem a curiosidade e a vontade de sempre querer mais." (QF17)

"Logo após estas 14 aulas o modo de ver as aulas de química ficou muito mais interessante, o modelo de ensino aplicado deixou as aulas de química um tanto mais 'especiais' em relação as aulas das outras matérias. Este modelo de ensino, além de transmitir ao aluno o conhecimento com mais facilidade, colocaram uma certa filosofia aplicada em cada uma das aulas. Quando o professor chegava na sala e fazia algumas perguntas antes de aplicar o conteúdo, fazia assim os alunos pensarem sobre o assunto antes de aprendê-lo e deixava suas mentes abertas para o conhecimento entrar." (QA02)

"Foi muito bom, modificar um pouco o jeito de aprender determinados assuntos, coisas que talvez fosse mais difícil de entender foi feito com facilidade por causa das experiências e da participação dos alunos nas aulas. Aprendi muito mais que eu imaginava, aprendi algumas coisas que nem sabia que existia ou como eram feitas. Esse foi o melhor método de ensino que já vi até hoje." (QA03)

"Achei muito boa porque começava com perguntas do professor que nós respondíamos aquilo que sabíamos sobre o assunto e o professor perguntava de outra forma. Nosso pensamento mudava de opinião e aí ele deixava a dúvida e entregava os textos. Após a leitura e a explicação das perguntas víamos que nossa opinião estava certa ou errada. [...] Definitivamente foram as melhores aulas de química já tive, agradeço ao professor por ter tido essa iniciativa porque voltei a adorar química." (QA04)

"Apesar da vergonha de falar em sala de aula até nisso me surpreendi. Quando eu sabia de algo eu falava e nas experiências também me dispunha a compartilhar meus entendimentos e minhas dúvidas com as experiências. Isso me motivou mais ainda a aprender." (QA04)

"Interessante, porque sempre começava as aulas com umas perguntas bem difíceis de responder e no decorrer das aulas nos descobríamos que não era bem assim. O professor ia explicando e nós víamos como era fácil." (QA09)

"Eu achei muito boa, pois as perguntas que o professor fazia no começo da aula no ajudava a compreender o motivo de nós lermos um texto, responder algumas perguntas." (QA11)

"A forma que as aulas foram realizadas foi muito boa, porque logo no início da aula o professor nos fazia algumas perguntas sobre o conteúdo e isso nos fazia pensar em cada possibilidade de resposta. Nas aulas antigas, além de nós alunos faltarmos bastantes, a gente não tinha o compromisso que a gente teve nessas aulas." (QA12)

"Eu participei bastante nas aulas, na maioria das vezes eu conseguia explicar o conteúdo da aula com muita facilidade, pois durante a explicação do professor eu procurava prestar bastante atenção para poder dar a minha opinião no decorrer da aula." (QA12)

"Houve bastante diferença em relação às aulas de química do início do ano. Como o assunto envolvia teoria científica parece ser mais fácil para abordar os assuntos dessa maneira. Cada uma das aulas começava com uma introdução e se desenvolvia com experimentos, pensamentos, escrita, etc. E isso é claro, não se parece com uma aula de ensino médio – se aproxima mais de uma aula acadêmica. [...] As aulas foram sempre um terreno preparatório para a aula seguinte e após o término as ideias se organizavam automaticamente na cabeça. Ao invés de haver choques entre as ideias passadas nas aulas, ocorre uma interação mútua: os assuntos se completam, facilitando as conclusões e a fixação. As aulas, seus demais exercícios e diários eram todas peças de um quebra-cabeças que só seria montado com todas elas." (QA13)

"No meu ponto de vista, todos os conhecimentos trabalhados forma bons, pois se me perguntarem sobre qualquer um dos temas saberei responder de forma correta. Não detalhadamente em certos pontos, pois é muita informação, mas sim aprendi muito mais com

<p>esse formato de aula.” (QA15)</p> <p>“Achei criativo e produtivo, cada vez que chegava o dia de aula de química eu não queria faltar porque sabia que ia ser divertido e que eu ia descobrir coisas que nem sabia ser possível acontecer.” (QA18)</p>	
<p>“Para mim essa aula foi muito legal e interessante, pois fizemos um experimento sobre os odores que se espalham no ar e outro no qual foi colocada amônia e [ácido] clorídrico num tubo, o que formou como se fosse uma divisão dos gases impedindo que eles se misturassem. Depois fizemos algumas perguntas referentes aos experimentos e discutimos um pouco sobre os frascos colocados nas mesas. Eu achei muito interessante a aula, pois não tinha visto experimentos químicos na aula. Eu gostei da aula.” (D018)</p> <p>“Neste dia a aula foi muito legal. Na aula aprendemos muitas coisas, tivemos duas experiências, uma foi sobre o cheiro e o gás, e a outra era uma experiência que usava um tubo que usava amônia e outro com ácido. As experiências foram muito legais, pois nunca tinha visto nada do tipo como na segunda experiência.” (D022)</p> <p>“Eu achei muito legal, pois nunca tinha feito ‘negócios químicos’ assim e tive a oportunidade de ver um experimento de perto. Isso foi muito interessante e divertido. Finalmente estou gostando de química e de seus conteúdos.” (D024)</p> <p>“Novamente tivemos uma aula com total imersão ao experimento conduzido, podendo observar uma ocorrência química incomum de perto. Como eu já havia ressaltado, valorizo mais o experimento do que a especulação desinteressada, pois assim fica mais fácil levar os porquês das ocorrências químicas ao escrutínio crítico.” (D025)</p> <p>“Antes dessa experiência, havia uma outra pequena experiência na qual devíamos representar em desenho o espalhamento de moléculas de gás pelo resto da sala. Chegamos à conclusão de que aprender com uma prática é muito mais proveitoso para a aula.” (D026)</p> <p>“Eu gostei muito da aula e aprendi bastante também. Achei que a aula devia ser sempre assim. Com experimentos é um jeito interessante de chamar nossa atenção.” (D028)</p> <p>“Eu achei muito interessante e gostei muito. Acho que o professor deveria fazer mais aulas assim, com experiências.” (D029)</p> <p>“Eu achei legal essa aula, porque gosto de coisas que envolvem experiências, pois é uma coisa que nós nunca iríamos parar para raciocinar sobre essas coisas. Quando fazemos esse tipo de aula aprendemos e descobrimos coisas novas. Dá vontade de querer fazer mais experimentos para que possamos descobrir mais coisas que jamais descobriríamos. Só fazendo essas aulas mesmo, muito legal a do balão da manta aquecida. Gostei.” (D030)</p> <p>“Essa aula de química foi muito legal, pois fizemos várias experiências. [...] aprendemos também os cálculos das experiências e foi super legal. Eu entendi a matéria, finalmente a química está ficando legal, pois não estamos fazendo só de conta.” (D034)</p> <p>“Eu gostei muito da aula, pois aprendi coisas novas e gostaria que as aulas continuassem assim: mais divertidas, descontraídas e claro, nós aprendendo a fazer experimentos.” (D040)</p> <p>“Já no segundo experimento, o ‘pozinho’ se dissolveu mais rapidamente por causa da superfície de contato. Quanto maior, maior a área que haverá choque e quando menor o pedaço mais rápido o cozimento acontece. Portanto, foi mais uma aula interessante, divertida e proveitosa. Deu para aprender mais um pouco sobre como a temperatura influência nas reações químicas.” (D167)</p> <p>“Eu gostei desse estilo de aula, pois nunca tinha feito experiências práticas assim e estou gostando muito.” (D169)</p> <p>“Eu gostei dessa aula porque gosto de aula com experimentos, aulas diferentes. Gosto mais do as outras aulas que são de escrever e não tem experimentos.” (D172)</p> <p>“Esses experimentos tornam a aula bem mais legal, todos participam e não existe o certo e o errado, pois está todo mundo aprendendo.” (D181)</p> <p>“Gostei dessa aula, foi bom pois ficamos curiosos e deu vontade de querer saber mais e mais,</p>	<p>A Importância da Experimentação no Ensino de Química</p>

<p>descobrir mais sobre o assunto. Também gostei porque gosto de aulas com experimentos.” (D185)</p> <p>“Eu adorei as experiências, são coisas que eu nunca poderia imaginar que pudesse ser tão simples de entender. Achei super divertido e muito bom.” (QF02)</p> <p>“Eu gostaria que as aulas continuassem assim: nós aprendendo com fazer experiências e anotando as diferenças. Isso torna bem mais interessante para os alunos.” (QF11)</p>	
<p>“Foi uma ideia muito boa e, pelo que parece com bons resultados, já que ao escrever o que aconteceu na aula e o que foi estudado, o aluno estudava indiretamente o assunto e tinha uma opinião concreta do que foi estudado, conseguindo guardar melhor o assunto e a matéria estudada. Além disso, o professor também podia avaliar como suas aulas estavam e como os alunos aprendiam, usando isso para melhorar seu método de ensino.” (QA02)</p> <p>“Ficou muito melhor porque por causa desses diários fica mais fácil, não precisa ficar fazendo trabalhos ou fazendo textos. As contas ainda continuaram, mas ficaram muito mais ‘divertidas’ porque cada um pode dizer o que achou da aula e o que aprendeu. Ajuda também para quem não sabe muito fazer textos porque aí começamos a ter mais interesse em escrever.” (QA03)</p> <p>“Muito melhor que a prova porque nele nós colocamos o que entendemos do assunto e não a coisa decorada das provas. Às vezes o que você cabe não cai na prova e você fica com sentimento de não saber da matéria, sendo que sabe muita coisa.” (QA04)</p> <p>“Na minha opinião isso nos ajudou muito, pois tínhamos além das aulas algo para ser lembrado e escrito em casa. Isso ajudou porque além de termos que prestar atenção nas aulas para podermos escrevê-las depois, também participávamos das atividades em sala para podermos relatá-las.” (QA05)</p> <p>“Eu acho que é mais prático, pois daí o professor vai saber a opinião do aluno. O que ele gostou, o que ele achou ruim. Se entendeu o conteúdo, quais dificuldades de entender, as dúvidas, etc.” (QA07)</p> <p>“Nesse diário nós podemos escrever tudo o que entendemos. É interessante também porque sempre quando eu relia a folha de volta tinha uma parte que eu não tinha reparado e daí eu via a importância de pôr no papel.” (QA09)</p> <p>“Eu acho bom porque com os diários podemos expressar o que compreendemos, quais nossas dúvidas, se houve algo que não compreendemos, e com isso melhorar nossa forma de entendimento.” (QA12)</p> <p>“Os diários ajudaram na fixação (nem que seja parcial) de alguma parte do conteúdo, o que impede a necessidade de termos de estudar sempre e sempre o mesmo assunto. Além disso, com o desenvolvimento progressivo da escrita sobre ciência, ajuda na expansão de eloquência para quem quer fazer um curso na área acadêmica científica. O diário faz parte do desenvolvimento da unidade didática. Ver, ouvir e escrever (principalmente) mantém o conteúdo fresco na cabeça. A ciência é melhor compreendida com a linguagem ao invés dos números.” (QA13)</p> <p>“Ótimo, pois como escrevíamos tudo que aprendíamos de cada aula isso fazia com que compreendêssemos o conteúdo de cada aula melhor.” (QA16)</p> <p>“É o melhor jeito de se avaliar, pois não tem como fazê-lo sem prestar atenção. Assim nos força a interagir e saber cada vez mais. O relatório serve para que fortaleçamos nossa memória a partir do conhecimento, fixando-o em nossa mente. Sem decorar, apenas aprender. (QA17)</p> <p>“Os relatórios foram importantes para lembrarmos o que foi dito nas aulas e para nós dizermos o que entendemos das aulas. Muitas vezes nós não prestamos atenção nas aulas e saber que nós íamos ter que relatar a aula fez com que a gente prestasse mais atenção.” (QA18)</p>	<p>A Redação e o Aprendizado no Ensino de Química</p>