



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

Faculdade UnB Planaltina

Programa de Pós- Graduação em Ensino de Ciências

Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências

ABORDAGEM DE TEMAS CTS EM UMA ESCOLA PARTICULAR: ANÁLISE DE UMA EXPERIÊNCIA VIVENCIADA

ANA KAROLINE MAIA DA SILVA

BRASÍLIA-DF

AGOSTO – 2013



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

Faculdade UnB Planaltina

Programa de Pós- Graduação em Ensino de Ciências

Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências

ABORDAGEM DE TEMAS CTS EM UMA ESCOLA PARTICULAR: ANÁLISE DE UMA EXPERIÊNCIA VIVENCIADA

ANA KAROLINE MAIA DA SILVA

Dissertação realizada sob a orientação do Prof. Dr. Wildson Luiz Pereira dos Santos – e apresentada à Comissão Examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração “Ensino de Química”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

BRASÍLIA – DF

AGOSTO – 2013

FOLHA DE APROVAÇÃO

ANA KAROLINE MAIA DA SILVA

ABORDAGEM DE TEMAS CTS EM UMA ESCOLA PARTICULAR:
ANÁLISE DE UMA EXPERIÊNCIA VIVENCIADA

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração “Ensino de Química”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Aprovada em 29 de agosto de 2013

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Wildson Luiz Pereira dos Santos
(Presidente)

Prof.^a Dr.^a Patrícia Fernandes Lootens Machado
(Membro interno – PPGEC/UnB)

Prof.^a Dr.^a Edênia Maria Ribeiro do Amaral
(Membro externo – UFRPE)

Prof.^a Dr.^a Joice de Aguiar Baptista
(Suplente – PPGEC/UnB)

Ao meu Senhor Deus, que me abençoou com essa oportunidade e me deu forças para continuar na docência.

A minha família, em especial minha mãe e irmã, que sempre me incentivaram a lutar pelos meus sonhos.

Ao meu esposo Heraldo, por se mostrar paciente e zeloso nesse momento tão especial.

Aos meus alunos e ex-alunos, que me fazem acreditar que juntos podemos construir um futuro melhor.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a minha mãe e meu pai, por acreditarem em mim que sempre me incentivaram nos estudos, pois foi com sacrifício, dedicação e amor que eles me deram excelentes oportunidades na vida escolar.

A minha querida irmã Ana Paula, que sempre me viu como exemplo, quero sempre semear coisas boas na vida dela e incentivá-la continuar estudando.

Ao meu amigo, companheiro e esposo Heraldo, pela paciência e compreensão nesses dois anos difíceis de trabalho, mestrado e início de casamento.

Ao querido professor Wildson Santos, a quem admiro desde os tempos da graduação pela paciência e dedicação com que me orientou durante esse trabalho e por sempre ser meu referencial de professor e pessoa.

A professora Edênia Amaral pelas excelentes contribuições ao meu trabalho.

Aos professores do curso de Pós-Graduação de Ensino de Ciências da UnB, em especial os professores Ricardo Gauche e Patrícia Lootens, que sempre serão grandes exemplos na área de ensino.

Aos colegas de curso, pelos excelentes debates, reflexões e troca de vivências, tudo isso me enriqueceu, muito como pessoa. É muito bom saber que existem sonhadores como eu.

À Chalmers, Fourez, Santos, Driver, Freire, Demo, Schnetzeler, Auler, dentre outros, que me desconstruíram e ajudaram me reconstruir uma professora que terá muito gás para contribuir na educação.

Aos alunos e amigos, que de alguma maneira contribuíram para a elaboração deste trabalho.

A toda minha família, tias, primos e cunhadas: é com muito amor e orgulho que fui a primeira professora e serei a primeira de muitas mestres que ainda teremos na nossa família.

Só os seres que se tornaram éticos podem romper com a ética, sei que as coisas podem até piorar, mas sei também que é possível intervir para melhorá-las.

Paulo Freire

RESUMO

O ensino com enfoque em Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) refere-se à formação de cidadãos a partir de um conhecimento mais amplo sobre as inter-relações CTS. Apesar de essa abordagem estar presente nas Orientações Curriculares do MEC, sabe-se que em geral os professores apresentam dificuldades de incluir uma ênfase CTS em suas aulas, seja pela limitação docente ou pelas restrições estabelecidas pelas instituições de ensino. Isso se torna mais limitante em escolas particulares que focam o ensino para o vestibular. Como professora de uma escola particular do Distrito Federal, me propus enfrentar esse desafio. Nesse sentido, o principal propósito deste trabalho foi elaborar e aplicar uma proposta de sequência didática que tivesse enfoque CTS e fazer uma análise exploratória sobre possíveis impactos dessa proposta em aulas de Química do Ensino Médio em uma escola particular do Distrito Federal, cujo principal foco é preparar os alunos para o vestibular de universidades federais. Os temas escolhidos foram poluição atmosférica e química verde, os quais estão relacionados aos conteúdos do estudo dos gases e cinética química. Aulas com enfoque em CTS foram adaptadas para o contexto escolar e ministradas para turmas do 1^o ano do ensino médio. Ao todo foram 13 aulas destinadas ao conteúdo programático, nesse sentido, apenas uma não teve abordagem CTS, e nas demais foram destinados parte da aula ao enfoque CTS, seja por meio de notícias, vídeos, leitura de textos ou discussão em grupo. Para analisar a experiência vivenciada, foi feita gravação em áudio das aulas, registros em uma narrativa de memória, entrevista em grupo, aplicação de questionário de opinião, além de observações feitas por um bolsista licenciando em Química da Universidade de Brasília. Os dados coletados demonstraram que mesmo diante de um contexto restrito, muitos alunos apresentaram evidência de aprendizagem sobre os temas estudados e também manifestaram interesse em ampliar a quantidade e tempo das aulas destinadas a trabalhar temas sociocientíficos. Os dados também apontam que para muitos alunos, o estudo dos temas foi importante e significativo, o que indica que é viável trabalhar com temas mesmo em um contexto de escola particular voltada para a preparação dos alunos para ingressarem em universidades federais. Isso vem demonstrar que não há incompatibilidade em se adotar práticas voltadas para a cidadania, focando as inter-relações CTS com o ensino de conteúdos de ciência, como revelam muitos professores que não desejam introduzir um ensino mais contextualizado em suas aulas.

Palavras-chave: ensino de Química, CTS, poluição atmosférica, química verde.

ABSTRACT

Teaching with Science-Technology-Society approach refers to qualify citizens from a wider knowledge about the interrelationships CTS. Although this approach is present in the Curriculum Guidelines of the MEC, it is known that in general teachers have difficulties to include an emphasis CTS in their classes, either by teaching or limiting the restrictions set by educational institutions. This becomes more limiting in private schools that focus on teaching for the exam. As a teacher in a private school, I set this challenge. Accordingly, the main purpose of this study was to analyze the interest of students about socio-scientific issues and their learning on the issues discussed in relation approach Science-Technology-Society (STS) in Chemistry classes of high school at a private school in the Distrito Federal, whose main focus is to prepare students for the entrance exam of federal universities. Air pollution and green chemistry were chosen topics which are related to schools, the study of gases and chemical kinetics. Classes focusing STS were adapted to the school context and taught classes for the 1st year of high school. Altogether, there were 13 classes designed to program content, in this sense, only one did not approach STS, and the rest were for about 25 minutes to CTS approach, whether through news, videos, reading texts or discussion in group. For analyze the lived experience, we had the audio classes recorded, registers into a narrative memory, interview with a focus group, opinion questionnaire, in addition to observations made by a licensing student in Chemistry at the University of Brasilia. The collected data showed that even before the restricted context, many students had learning about the topics studied and expressed interest in expanding the number and class time for working socio-scientific issues. The data also point to indicators that students study the topics was important and significant, which shows that it is feasible to work with the same issues in the context of a private school dedicated to preparing students to enroll in public universities. This demonstrates that there is no inconsistency in adopting practices for citizenship, focusing on the interrelationships STS with teaching science content, as shown by many teachers who do not wish to introduce a more contextualized teaching in their classes.

Keywords: chemistry education, STS, air pollution, green chemistry

LISTA DE QUADROS E TABELAS

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: Quantitativo de alunos	46
QUADRO21: Aulas ministradas	59

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Opinião dos alunos sobre poluição atmosférica e química verde	79
TABELA 2: Indicadores de compreensão sobre aquecimento global	80
TABELA 3: Médias bimestrais dos alunos	81

LISTA DE SIGLAS

CTS	Ciência-Tecnologia-Sociedade
CTSA	Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente
DF	Distrito Federal
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
ENEQ	Encontro Nacional de Ensino de Química
EPEF	Encontro de Pesquisa em Ensino de Física
ENEBIO	Encontro Nacional de Ensino de Biologia
IME	Instituto Militar de Engenharia
ITA	Instituto Tecnológico da Aeronáutica
MEC	Ministério da Educação e Cultura
PAS	Programa de Avaliação Seriada
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
PEQUIS	Projeto de Ensino de Química e Sociedade
PPGEC	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências
UnB	Universidade de Brasília

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1 ENFOQUE CTS E ENSINO DE CIÊNCIAS	20
1.1 Educação Científica: um breve histórico	20
1.2 Por que ensinar ciências?	26
1.2.1 O ensino de ciências e a formação cidadã	28
1.2.2 Química e cidadania	30
1.3 O enfoque CTS no ensino de Química	33
1.3.1 Origem do ensino CTS	34
1.3.2 Objetivos do ensino CTS	36
1.3.3 Desafios do enfoque CTS	42
2 PROCEDIMENTOS DE INVESTIGAÇÃO	46
2.1 Sujeitos	46
2.2 Instrumentos	47
2.2.1 Gravação de áudio	48
2.2.2 Narrativa de memória	48
2.2.3 Diário de campo do bolsista	48
2.2.4 Entrevista	49
2.2.5 Avaliação da proposta pelos discentes	49
2.3 Análise dos dados	49
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
EXPERIÊNCIA PEDAGÓGICA VIVENCIADA	51
3.1 .1 Contexto escolar	51
3.1.2 Aulas de Química	54
3.1.3 Projeto desenvolvido	58
3.2 Análise da sequência didática	75

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	83
REFERÊNCIAS	86
APÊNDICES	90
APÊNDICE 1 – Roteiro da Entrevista	91
APÊNDICE 2 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	92
APÊNDICE 3 – Questionário de opinião	93
APÊNDICE 4 – Carta às Diretoras	94
APÊNDICE 5 – Questões de prova	95
APÊNDICE 6 – Proposta de Ação Profissional	97

INTRODUÇÃO

A prática educativa tem de ser, em si, um testemunho rigoroso de decência e de pureza. Se se respeita a natureza do ser humano, o ensino dos conteúdos não pode dar-se alheio à formação moral do educando. Educar é substantivamente formar.

Paulo Freire – Pedagogia da Autonomia

O foco do trabalho desenvolvido nesta dissertação está na inserção do enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) nas aulas de Química em uma escola particular em que eu ministrei aula no ano de 2012. O contexto deste trabalho e os seus objetivos são apresentados a seguir.

1 Apresentação

Desde o início da minha carreira como professora de Química em escolas particulares, percebi a falta de aulas com enfoque CTS em todo o ensino de Ciências e vi que muitas vezes nessas instituições o maior objetivo seria preparar os alunos para as provas de vestibular.

Senti-me incomodada com o fato de transmitir apenas conteúdos para os alunos já que tive uma experiência em outra escola em que eu tinha maior liberdade e possuía autonomia de interferir no planejamento e propostas didáticas, de maneira ainda tímida consegui inserir CTS nas minhas aulas de acordo com a proposta elaborada.

A instituição pesquisada é uma escola particular com duas sedes tendo no total cerca de mil e duzentos estudantes e que teve sua origem em um curso de pré-vestibular. Em 2012, existia uma equipe de cinco professores de Química que atuavam nas duas unidades de ensino, sendo de dois a três professores por série, cujas avaliações eram elaboradas em equipe sendo aplicada de forma padronizada de acordo com o calendário escolar.

Então, nessa instituição eu estava diante de uma nova realidade: uma escola em que o foco principal era o ingresso dos alunos na Universidade de Brasília e em outras Universidades Federais.

Percebi que muitos colegas de trabalho utilizavam metodologias semelhantes a de cursinhos pré-vestibulares no processo ensino-aprendizagem, mas, por outro lado, verifiquei que tal metodologia não é uma regra, pois convivi também com profissionais que trabalhavam concepções pedagógicas e metodologias de ensino semelhantes as minhas.

Sendo assim, identifiquei três professores que já desenvolvem projetos de iniciativa própria, são eles: projeto Escola Limpa, desenvolvido pelo professor de Português, Ensino de Física com vídeos, trabalhado pelo professor de Física e Oscar desenvolvido pela equipe de Artes da escola. Percebi que tais projetos, apesar de não citarem o enfoque CTS, buscavam a interdisciplinaridade, promoviam a reflexão dos estudantes e tentavam trabalhar situações próximas as da realidade dos alunos.

Inicialmente, pensei na elaboração de um projeto interdisciplinar envolvendo todo o ambiente escolar, já que nesse sentido, Araújo (2005) destaca que muitos acreditam que trabalham de forma interdisciplinar porque reúnem colegas de outras áreas, mantendo, no entanto a individualidade nos planejamentos e na atividade, e eu não queria um projeto fragmentado por disciplina, porém, não consegui que a equipe docente se engajasse na elaboração e aplicação de um projeto interdisciplinar, pois para o sucesso de um projeto escolar é preciso que os sujeitos participantes sintam-se motivados e tenham afinidade com o tema abordado.

Assim, Nogueira (2005) afirma que os sonhos, os desejos, as ilusões e as necessidades servirão como impulsionadores para o ato de projetar e iniciar sua busca, dando espaço para o surgimento do novo e todo esse processo será permeado por ações, do sujeito ou de um coletivo, que levarão à efetiva realização do projeto. Machado (2003) destaca também:

Assim como é importante o que vem antes dos projetos, também é reconhecer a necessidade de associá-los com procedimentos que visem à implementação de ações em busca de metas antecipadas, bem como provê-los de instrumentos de avaliação e de trajetórias emergentes, em busca de novas metas. A realização do que se projeta exige certo nível de organização, de planejamento das ações. Não bastam a vontade e o improviso. (MACHADO, 2004, p.83).

Então, estava a apenas um ano trabalhando na escola pesquisada e naquele momento todo ambiente escolar estava envolvido com a finalização de conteúdo para melhorar a classificação dos alunos nos exames de seleção das universidades, de tal forma que o planejamento anual já tinha sido feito no início do ano e não tinha autorização para interferir no cronograma. Além disso, existia o fato de não conseguir motivar meus colegas de disciplina na introdução de uma nova proposta

pedagógica naquele ano, assim eu deveria trabalhar CTS simultaneamente com os conteúdos propostos no plano de ensino, sem atrapalhar o cronograma já estabelecido.

Acredito que educar para a cidadania seja preparar o indivíduo para participar de uma sociedade democrática, por meio da garantia de seus direitos e do compromisso de seus deveres. Isso quer dizer que educar para a cidadania é educar para a democracia e os professores de Química podem contribuir de forma essencial se o trabalho for feito de maneira convidativa para o aluno, senti-me motivada a buscar estratégias para inserir o enfoque CTS nas aulas.

Esse desafio de buscar novas experiências pedagógicas, sempre esteve presente na minha vida profissional, visto que a docência foi a única atividade exercida por mim há onze anos. Ao frequentar o Curso de Licenciatura em Química na Universidade de Brasília, mais especificamente as disciplinas relacionadas ao Ensino de Química, os professores da Divisão de Ensino de Química me passaram a concepção de “ser educadora” e a importância dessa palavra em busca de uma sociedade melhor, como destaca Freire (2005):

Não posso ser um professor se não percebo cada vez melhor que, por não poder ser neutra, minha prática exige de mim uma definição. Uma tomada de posição. Decisão. Ruptura. Exige de mim que escolha entre isto e aquilo. Não posso ser professor a favor de quem quer que seja e a favor de não importa o quê. (FREIRE, 2005, p.102).

Então observei que na instituição pesquisada não há enfoque CTS em nenhuma das aulas de Química ministradas pela equipe de professores de Química, e acreditei que seria possível inserir uma proposta pedagógica nesse contexto tão restrito.

Mesmo diante das limitações, penso que é possível trabalhar com esse foco no ensino de Química na escola visto que a formação cidadã dos meus alunos é um dos principais focos que tenho na minha prática docente.

Assim, adaptei as minhas aulas do planejamento de Química, inserindo enfoque CTS sem me distanciar do conteúdo programático e do cronograma seguido por mim e pelos meus colegas de disciplina, é nessa perspectiva que me sinto desafiada a introduzir novas ações pedagógicas na escola com o intuito de contribuir de forma mais significativa para a formação cidadã de meus alunos.

2 Justificativas e contribuições

Segundo as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006),

A extrema complexidade do mundo atual não mais permite que o ensino médio seja apenas preparatório para um exame de seleção, em que o estudante é perito, porque treinado em resolver questões que exigem sempre a mesma resposta padrão. O mundo atual exige que o estudante se posicione, julgue e tome decisões, e seja responsabilizado por isso. Essas são capacidades mentais construídas nas interações sociais vivenciadas na escola, em situações complexas que exigem novas formas de participação. Para isso, não servem componentes curriculares desenvolvidos com base em treinamento para respostas padrão. Um projeto pedagógico escolar adequado não é avaliado pelo número de exercícios propostos e resolvidos, mas pela qualidade das situações propostas, em que os estudantes e os professores, em interação, terão de produzir conhecimentos contextualizados. (BRASIL, 2006, p.106).

Há então a necessidade de modificar o ensino atual, buscando assim a incorporação do conhecimento químico não de uma forma fragmentada, mas sim mais articulada e próxima da realidade do aluno.

Segundo o PCN+ (BRASIL, 2002), a Química pode ser um instrumento da formação humana que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania, nessa perspectiva o conhecimento químico deve ser promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade, também deve ser apresentado como ciência, com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica, relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos muitos aspectos da vida em sociedade. Sugestões como essas são perceptíveis nas Orientações Curriculares (BRASIL, 2006), e podem ser consideradas como abordagem sociocientífica no ensino de Química.

O livro Educação em Química – Compromisso com a Cidadania de Santos e Schnetzler (1997) foi um dos pioneiros no Brasil a ressaltar o ensino de Química inserido no contexto social com enfoque em CTS.

[...] O ensino através da Ciência, na qual se enquadra o ensino CTS, refere-se à preparação de cidadãos, a partir do conhecimento mais amplo da ciência e de suas implicações para com a vida do indivíduo. Já o ensino para a ciência refere-se à formação especialista em ciência, por meio do conhecimento científico geral, necessário para a sua atuação profissional. (SANTOS e SCHNETZLER, 1997, p.64).

Além disso, congressos e encontros sobre o ensino de Ciências enfatizam a importância do enfoque CTS e formação cidadã no ensino de Química. Muitos artigos nacionais e internacionais também relataram a necessidade da inserção de temas sociocientíficos nas aulas.

Apesar de tudo, isso não vem sendo estabelecido em muitas escolas no Brasil como afirma Auler (2007), que por aqui se constitui algo emergencial sendo que as iniciativas ainda são incipientes, muitas vezes isoladas, não traduzidas em programas institucionais. Em revisão bibliográfica sobre o tema este autor constatou que não há uma compreensão e um discurso consensual quanto aos objetivos, conteúdos, abrangência e modalidades de implementação.

Teixeira (2003) relata que de fato, quando avaliamos o ensino de Ciências (Biologia, Química, Física e Matemática); é notável que o perfil de trabalho em sala de aula nessas disciplinas está rigorosamente marcado pelo conteudismo, excessiva exigência de memorização de algoritmos e terminologias, descontextualização e ausência de articulação com as demais disciplinas do currículo.

Firme e Amaral (2008) completam dizendo que a sociedade deve ser vista como uma instituição humana que sofre influência da Ciência e da tecnologia, já que o desenvolvimento científico e tecnológico altera o modo de vida das pessoas. Consideramos que essa compreensão de Ciência-Tecnologia-Sociedade e suas inter-relações é de fundamental importância no desenvolvimento de abordagens CTS, e, por esta razão, devemos buscar discuti-las no planejamento didático com os professores e na sala de aula com os alunos.

Nessa perspectiva, muitos autores recomendam que o ensino de Ciências deva promover o letramento científico como afirma Santos (2007):

A educação científica na perspectiva do letramento como prática social implica um desenho curricular que incorpore práticas que superem o atual modelo de ensino de ciências predominante nas escolas. Entre as várias mudanças metodológicas que se fazem necessárias, três aspectos vêm sendo amplamente considerados nos estudos sobre as funções da alfabetização/letramento científico: natureza da ciência, linguagem científica e aspectos sociocientíficos. (SANTOS, 2007, p.283).

Acreditando que o professor tem um papel fundamental na inovação do ensino de Química, devemos:

[...] buscar desenvolver estratégias didáticas que representam mudança na sua prática pedagógica, os professores podem se deparar com um processo de reflexão sobre suas concepções e sentir um apelo de revisão das mesmas. Nessa perspectiva, a disponibilidade dos professores em abrir as suas salas de aulas para novas propostas didáticas pode ser compreendida como uma abertura para a sua própria formação. Por essa razão, consideramos que aspectos levantados neste trabalho constituem um ponto de partida importante para a discussão, com esses professores, no processo de elaboração e planejamento de abordagens didáticas a serem aplicadas em suas salas de aula. (FIRME; AMARAL, 2008, p.267).

Portanto, desejo mostrar por meio da minha pesquisa que mesmo diante de um contexto desfavorável para a aplicação de aulas com enfoque CTS é possível de maneira gradativa ou até dissolvendo o enfoque CTS nas aulas, colocar em prática o ensino de Química voltado para a formação cidadã.

Auler (2007) destaca:

[...] defende-se a necessidade de mudanças profundas no campo curricular. Ou seja, configurações curriculares mais sensíveis ao entorno, mais abertas a temas, a problemas contemporâneos marcados pela componente científico-tecnológica, enfatizando-se a necessidade de superar configurações pautadas unicamente pela lógica interna das disciplinas, passando a serem configuradas a partir de temas/problemas sociais relevantes, cuja complexidade não é abarcável pelo viés unicamente disciplinar. (AULER, 2007, p.3).

Aplicou-se o enfoque CTS em todas as aulas de uma unidade de ensino, utilizando-me também na atribuição de tarefas e pesquisas a serem feitas em casa, na tentativa de otimizar o tempo das aulas, não permitindo o distanciamento do planejamento estabelecido pela equipe de ensino de Química.

3 Objetivos

Diante da perspectiva apresentada, o objetivo geral desta dissertação é elaborar e aplicar uma proposta de sequência didática com enfoque CTS e fazer uma análise exploratória sobre possíveis impactos dessa proposta em aulas de Química de Ensino Médio em uma escola particular do Distrito Federal em 2012, visando levantar sugestões, a partir da análise do relato da experiência, que possam auxiliar professores a incorporar temas CTS em escolas com realidades semelhantes da escola pesquisada.

O principal propósito deste trabalho foi analisar o interesse de estudantes sobre temas sociocientíficos e sua aprendizagem sobre os assuntos discutidos em relação ao enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) em aulas de Química do Ensino Médio em uma escola particular do Distrito Federal, cujo principal foco é preparar os alunos para o vestibular de universidades federais. A pesquisa busca mostrar a possibilidade de engajar uma proposta didática com a inserção de atividades com enfoque CTS em aulas que tradicionalmente não trabalhava o contexto social da Ciência.

Assim, o desenvolvimento da proposta pedagógica surgiu, após momento reflexivo e desafiador da prática docente. Buscou-se na proposta uma construção e reelaboração constante das estratégias de ensino a fim de ajudar professores de Ciências, que estão situados em um contexto similar ao pesquisado.

Destacou-se a dificuldade docente diante de contextos escolares rígidos e inflexíveis em relação ao planejamento escolar, buscando estratégias para incorporar CTS aos conteúdos programáticos estabelecidos, sem esquivar-se no planejamento proposto pela instituição.

O projeto foi aplicado no 1^o ano do Ensino Médio durante o 3^o bimestre, cujo planejamento escolar indicava como conteúdos, o estudo dos gases e cinética química assim o enfoque CTS foi trabalhado na perspectiva de não se desviar do cronograma escolar dessa maneira, CTS foi trabalhado por meio da discussão de textos, notícias, vídeos e debates promovidos nas aulas.

As aulas foram estruturadas de tal maneira que a abordagem CTS fluísse, seja na apresentação de um dado relevante, de uma notícia de revista, de um exercício contextualizado ou nos questionamentos levantados durante as explicações.

Após a inserção do enfoque CTS nas aulas, identificou-se contribuições da abordagem desenvolvida em relação à compreensão dos alunos sobre as inter-relações Ciência-Tecnologia-Sociedade. Esses indicadores foram obtidos pela observação sistemática das aulas, da aplicação de um questionário de opinião e de uma entrevista em grupo.

Nesse sentido, esperou-se também com o desenvolvimento das aulas deste projeto contextualizar o ensino de Química com a realidade do aluno e proporcionar aos alunos, aulas mais dialógicas e com temas problematizados.

CAPÍTULO 1

ENFOQUE CTS E ENSINO DE CIÊNCIAS

A tarefa coerente do educador que pensa certo é, exercendo como ser humano a irrecusável prática de inteligir, desafiar o educando com quem se comunica e a quem se comunica, produzir a sua compreensão do que vem sendo comunicado. Não há inteligibilidade que não seja comunicação e intercomunicação e que não se funde na dialogicidade. O pensar certo por isso é dialógico e não polêmico.

Paulo Freire- Pedagogia da Autonomia

1.1 Educação Científica: um histórico

A educação científica apresentou diferentes perspectivas no ensino de Ciências e já foi abordado nas escolas com diversos objetivos. Dentre esses focos pode-se citar o ensino para a formação de um cientista, o modismo do ensino do cotidiano ou até como mais uma disciplina que os alunos deveriam saber para passar no vestibular. Dessa forma Santos (2011) afirma que os diferentes *slogans* que vêm sendo usados na educação científica, embora apresentem características comuns, têm enfatizados aspectos diversificados de seu foco, mostrando então que há necessidade de clarificar as concepções divergentes para evitar interpretações ingênuas sobre seu significado.

Existe na literatura registros sobre o início da educação científica, em destaque o filósofo inglês Francis Bacon (1561-1626) que relatou o papel da Ciência a serviço da humanidade e o movimento, a partir do século XIX, tanto na Europa como nos Estados Unidos, de incorporar o ensino de ciências ao currículo escolar (SANTOS, 2007, p.474). Muitos pesquisadores, como Aikenhead (2004), Driver et al. (1999), Fourez (1995), apontaram que os objetivos do ensino de Ciências oscilaram principalmente entre o ensino para a formação de um cientista e o ensino voltado para a formação cidadã, sendo fortemente influenciado pelo contexto histórico e social, como afirma Santos (2011).

Fourez (1995) destaca que durante a sua evolução, a Ciência pouco a pouco apagou as suas origens e esqueceu que as questões do cotidiano que a fizeram surgir e começou-se

acreditar que tudo depende de raciocínios que podem ser os mesmos em qualquer lugar e supõe que o discurso científico obedece a uma racionalidade independente de qualquer época. Essa concepção está fortemente presente na proposta anteriormente citada quando o principal objetivo da Ciência era dar suporte para que o estudante se tornasse um cientista.

Muitos filósofos da ciência, como Chalmers (1993), são contrários à visão que alguns têm de que a Ciência é baseada no método empírico: observação → experimentação → leis, teorias e postulados. Chalmers (1993) defende a ideia de que, na realidade, não há um só caminho na Ciência, mas sim várias possibilidades e que a Ciência não parte unicamente da observação, mas sim da teoria, pois “simplesmente não existe método que possibilite às teorias científicas serem provadas verdadeiras ou mesmo provavelmente verdadeiras.” (CHALMERS, 1993, p.19). Dessa maneira, pode-se então considerar que a ciência tornou-se uma disciplina quando “nasceu uma nova maneira de considerar o mundo e essa nova maneira se estrutura em ressonância com condições culturais, econômicas e sociais da época (FOUREZ, 1995, p.105).

Além disso, podem-se destacar as Guerras Mundiais como um dos principais fatos históricos a influenciarem no modo de pensar relacionado a Ciências, já que a formação de cientista era de suma importância para aquele contexto. Na Segunda Guerra Mundial (1939 a 1945) e durante a Guerra Fria havia o apelo político para se investir em Ciências. Defendia-se que o jovem deveria ser um cientista para poder desenvolver novos aparatos tecnológicos de aplicação bélica para ajudar a sua pátria, ou seja o objetivo era claro e imediato: desenvolvimento armamentista.

Consequentemente desenvolveram-se materiais didáticos que estimulassem a formação de cientistas, como o denominado método da aprendizagem por descoberta:

[...] diversos materiais de ensino foram desenvolvidos tanto para a educação básica como para o ensino superior em diversos países, sobretudo, nos Estados Unidos, Canadá e Europa. No Brasil, já na década de 1970 tinham-se materiais que incluíam implicações sociais da CT, porém pesquisas e materiais com denominação CTS começaram a surgir somente no final dos anos noventa. (SANTOS, 2011. p.23).

Com essa valorização da Ciência, surge então em 1959, uma discussão na Universidade de Cambridge em que o físico e romancista inglês Snow (1995), levanta questões em torno dos objetivos da Ciência. Ele demonstrou a existência de um fosso entre duas culturas: a cultura científica e a cultura humanística, apontando assim as diversidades

entre os cientistas e não cientistas, afirmando que há “num polo os literatos; no outro os cientistas e, como os mais representativos, os físicos. Entre os dois, um abismo de incompreensão mútua”.

Snow (1995) fez algumas críticas sobre o objetivo de ensinar Ciências e o que seria a educação científica. Ele dizia que havia muita especialização e pouca generalização, principalmente no ensino superior. Comenta então Snow (1995) que só existe um meio de sair de tudo isso, repensando a nossa educação” Ao mencionar a educação básica, Aikenhead (2004) faz crítica semelhante, ao afirmar que as escolas tradicionais de ciências levam aos alunos a pensar de forma científica, mas apenas uma minoria dos estudantes tem sucesso nesse método de ensino.

Snow (1995) fez comparações com a educação científica adotada nos Estados Unidos e na União Soviética, que possuíam uma educação mais ampla e menos especializada. Ele propunha que com a mudança no ensino de Ciências os alunos, futuros profissionais, pudessem contribuir mais para o desenvolvimento do país. Para Snow (1995) era preciso então um cientista que fosse gerar mais riqueza para o país, mas não seria qualquer tipo de cientista: ele não podia ser especialista ele tinha que saber fazer ciência aplicada.

Alguns homens de visão estavam começando a notar, antes da metade do século XIX, que, para continuar produzindo riqueza, o país precisaria educar algumas de suas mentes brilhantes na ciência, particularmente na ciência aplicada. Ninguém prestou atenção. A cultura tradicional não prestou atenção de modo algum, e os cientistas puros, tal como existiam então, não prestaram atenção com muito empenho. (SNOW, 1995, p.42).

Além da crítica ao modelo de ensino de Ciências, havia questionamentos no próximo rumo do desenvolvimento científico. Auler e Bazzo (2001, p.1), por exemplo, afirmam que “a partir de meados do século XX, nos países capitalistas centrais, foi crescendo o sentimento de que o desenvolvimento científico, tecnológico e econômico não estava conduzindo, linear e automaticamente, ao desenvolvimento do bem-estar social”.

Desse modo Auler (2003, p.9) comenta que “há uma compreensão, bastante difundida, de que em algum momento do presente ou do futuro, Ciência-Tecnologia resolverão os

problemas, hoje existentes, conduzindo a humanidade ao bem-estar social.¹ Essa visão, de certa, também estava presente nas ideias de Snow (1995):

[...] Existe uma armadilha moral que surge junto com a consciência da solidão do homem: induz a pessoa a não fazer nada, complacente com a tragédia única dos outros, e a deixar que os outros passem fome. [...] como grupo, os cientistas caem nessa armadilha menos que os. Tendem a ficar impacientes de ver algo que pode ser feito, e de achar que pode ser feito, até que prove o contrário. É esse o seu verdadeiro otimismo, e é um otimismo de que o restante de nós necessitamos muitíssimo. (SNOW, 1995, p.24)

Muitos problemas relacionados ao uso da Ciência e tecnologia foram provocando graves problemas ambientais, como por exemplo, o uso da talidomida, o DDT, a bomba atômica, entre outros. Assim, surgiu um movimento de reflexão sobre o papel da Ciência e Tecnologia e a educação científica passou a incorporar as ideias da ciência em uma perspectiva de formação cidadã.

[...] a educação científica apresenta propósitos que vêm mudando conforme o contexto sócio-histórico. Muitos desses propósitos são coincidentes com o movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), a qual surgiu no contexto de crítica ao modelo desenvolvimentista com forte impacto ambiental e reflexão sobre o papel na sociedade. (SANTOS, 2011, p.21).

[...] o movimento CTS se caracteriza como um movimento social mais amplo de discussão pública sobre políticas da ciência e tecnologia (CT) e sobre os propósitos da tecnociência. Esse movimento surgiu tanto em função dos problemas ambientais gerados pelo cenário socioeconômico da CT, como em função de uma mudança da visão sobre a natureza da ciência e de seu papel na sociedade, o que possibilitou a sua contribuição para a educação em ciências na perspectiva de formação para a cidadania. (SANTOS, 2011, p.23).

Esses dois focos para o ensino de Ciências passaram a ser discutidos de acordo com as suas finalidades e contextos em que estavam inseridos, mostrando que a ciência está

¹ DC – DT – DE – DS (modelo linear/tradicional de progresso). Nesse modelo linear, o desenvolvimento científico (DC) gera o desenvolvimento tecnológico (DT); este gera o desenvolvimento econômico (DE) que determina, por sua vez, o desenvolvimento social (DS – bem-estar social). (Luján et al., 1996, apud Auler, 2001).

inserida na sociedade independentemente do objetivo de formação para qual ela está sendo voltada.

Essa busca de uma finalidade da educação científica com uma perspectiva mais ampla para cidadania, foi defendida por diferentes pesquisadores da área, com diferentes orientações metodológicas. Por exemplo, Driver et al (1999) destacam:

[...] a partir dessa perspectiva, o conhecimento e o entendimento, inclusive o entendimento científico, são construídos quando os indivíduos se engajam socialmente em conversações e atividades sobre problemas e tarefas comuns. Conferir significado é, portanto, um processo dialógico que envolve pessoas em conversação e a aprendizagem é vista como o processo pelo qual os indivíduos são introduzidos em uma cultura por seus membros mais experientes. À medida que isso acontece eles ‘apropriam-se’ das ferramentas culturais por meio de seu envolvimento nas atividades dessa cultura. (DRIVER, et al, 1999, p.34).

Ao invés de se falar sobre educação científica, uma outra proposta que foi bastante discutida foi a cultura científica. Penna (2010) em seu livro sobre Fernando de Azevedo diz que a ciência muitas vezes não correspondeu às expectativas que ela gerava. Tais ideias foram inovadoras já que aquele momento era “numa época, como a atual, em que se favorecem sobretudo a formação técnica e o espírito científico”.

Trata-se de conceber um humanismo alargado pelo apelo cada vez maior à cultura científica, mas não centrado exclusivamente nela. O humanismo estritamente científico, sendo limitação ou especialização, seria mutilação do verdadeiro humanismo que rejeita, por sua própria natureza, tudo o que é unilateral e exclusivo e tende a apoiar-se nas duas culturas, clássica e científica, ambas indispensáveis, nenhuma suficiente para qualquer tomada de posição lúcida em face da vida e do mundo. (PENNA, 2010, p.90).

Vogt (2003, p.2) também fala sobre cultura e Ciência e prefere utilizar o termo cultura científica e diz que “a expressão cultura científica nos soa mais adequada do que as várias outras tentativas de designação do amplo e cada vez mais difundido fenômeno da divulgação científica e da inserção no dia-a-dia de nossa sociedade dos temas da ciência e da tecnologia”. Vogt (2003, p.3), então relata que para falar de cultura científica é preciso entender pelo menos três sentidos da expressão:

1. Cultura da Ciência Aqui é possível vislumbrar ainda duas alternativas semânticas:

- a) cultura gerada pela ciência
- b) cultura própria da ciência.

2. Cultura pela Ciência. Duas alternativas também são possíveis:

- a) cultura por meio da ciência
- b) cultura a favor da ciência

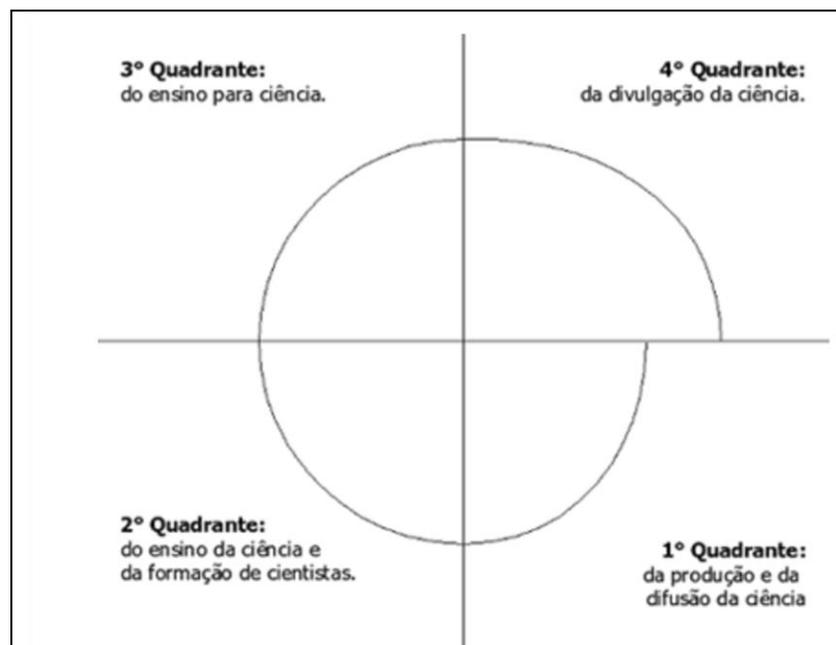
3. Cultura para a Ciência. Cabem, da mesma forma, duas possibilidades:

- a) cultura voltada para a produção da ciência
- b) cultura voltada para a socialização da ciência.

Vogt (2003) propõe que a cultura científica poderia ser explicada compreendida e melhor visualizada na forma de uma espiral (vide Figura 1):

Tomando-se como ponto de partida a dinâmica da produção e da circulação do conhecimento científico entre pares, isto é, da difusão científica, a espiral desenha, em sua evolução, um segundo quadrante, o do ensino da ciência e da formação de cientistas; caminha, então, para o terceiro quadrante e configura o conjunto de ações e predicados do ensino para a ciência e volta, no quarto quadrante, completando o ciclo, ao eixo de partida, para identificar aí as atividades próprias da divulgação científica. (VOGT, 2003, p.5).

Figura 1: Espiral da cultura científica



Fonte:VOGT, 2003, p.3.

No mesmo sentido, Delizoicov, Angoti e Pernambuco (2011) comentam que o ensino voltado predominantemente para formar cientistas não direcionou o ensino de Ciências. Para eles hoje o melhor pressuposto é a meta de uma ciência para todos e aponta a Ciência e tecnologia como cultura:

Em oposição consciente à prática da ciência morta, a ação docente buscará construir o entendimento de que o processo de produção do conhecimento que caracteriza a Ciência e a tecnologia constitui uma atividade humana, sócio- historicamente determinada, submetida a pressões internas e externas, como processos e resultados ainda pouco acessíveis à maioria das pessoas escolarizadas, e por isso passíveis de uso e compreensão acríticos ou ingênuos; ou seja, é um processo que precisa, por essa maioria, ser apropriado e entendido. (DELIZOICOV, 2011, p.34).

Santos (2011, p. 477) mostra que outros enfoques para a educação científica continuaram a surgir: enquanto alguns autores defendiam a educação para a ação social responsável, a partir de uma análise crítica sobre as implicações sociais da Ciência e da Tecnologia, outros passaram a defender a compreensão da natureza da atividade científica como aspecto central na educação científica.

Nesse contexto, que surge o movimento CTS como um movimento crítico sobre o papel da ciência que faz reflexão crítica e não apenas ilustra aplicações CTS, tendo duas determinações importantes: refletir sobre o fim da educação científica para formar um cientista e assim então iniciar a aplicação do movimento com enfoque CTS.

1.2 Por que ensinar Ciências?

Vários pesquisadores fizeram uma reflexão sobre o porquê de se ensinar Ciências à luz de inúmeros artigos e debates sobre o tema e muito do que se discutiu no âmbito mundial, pode ser aplicado na realidade da educação no Brasil. Como citado anteriormente, o argumento econômico e cultural tiveram um grande impacto no ensino de Ciências em todo mundo e no Brasil, podemos destacar principalmente o argumento social da Ciência.

Cachapuz (2011) destaca que um dos aspectos marcantes de muitas sociedades contemporâneas é o papel transformador do progresso científico-tecnológico sobre a sociedade, por isso a necessidade cada vez maior que o conhecimento científico seja difundido em várias esferas da sociedade. Assim, é através da inserção dos aspectos sociais no

ensino de Ciências que surge o ensino voltado para a formação cidadã, pois a ciência na escola pode contribuir para que os estudantes sejam cidadãos ativos e informados.

Conseqüentemente, o conhecimento científico inserido na sociedade caminha para que a tomada de decisão dos cidadãos possa contribuir de forma mais abrangente na sociedade. Para que a tomada de decisão faça parte da sociedade, uma sugestão dada pelo enfoque CTS é que os currículos devem ser organizados em torno de problemas e temas, como relata Auler (2011), destacando temas como os transgênicos, a clonagem e a degradação ambiental como exemplos.

Pôr, no entanto, o saber científico ao alcance do público escolar se torna um grande desafio como comenta Delizoicov (2011) que acena para a necessidade de mudanças, às vezes bruscas, na atuação do professor nessa área, nos diversos níveis de ensino. Pensamento, nesse sentido, pode ser encontrado em Freire (2005), quando ela afirma que o professor deve ser ativo no processo educacional e que seu posicionamento crítico pode levar a uma mudança significativa:

[...] o educador ou educadora crítico não podem pensar que, a partir do curso que coordenam ou do seminário que lideram, podem transformar o país. Mas podem nele demonstrar que é possível mudar. E isto reforça nele ou nela a importância da sua tarefa político-pedagógico. (FREIRE, 2005. p.112)

O posicionamento de Paulo Freire é discutido no enfoque CTS já que ele aponta a importância do educando participativo na sociedade como afirmam Auler e Delizoicov (2006):

Os pressupostos educacionais de Paulo Freire, enraizados em países da América Latina e do continente africano, apontam para além do simples treinamento de competências e habilidades. A dimensão ética, o projeto utópico implícito em seu fazer educacional, a crença na vocação ontológica do ser humano em “ser mais” (ser sujeito histórico e não objeto), eixos balizadores de sua obra, conferem, ao seu projeto político-pedagógico, uma perspectiva de “reinvenção” da sociedade, processo consubstanciado pela participação daqueles que, hoje, encontram-se imersos na “cultura do silêncio”, submetidos à condição de objetos ao invés de sujeitos históricos. Freire entende como uma questão ética a constituição de uma sociedade mais democrática, sendo, para tal, necessária a superação da “cultura do silêncio”. (AULER; DELIZOICOV, 2006, p.3).

Paulo Freire é um importante referencial no tocante à educação humanística demonstrando a importância do educador nesse processo:

[...] é sobretudo, que o formando desde o princípio da sua experiência formadora, assumindo-se sujeito ativo também na produção do saber, se convença definitivamente que ensinar não é transmitir conhecimento, mas criar possibilidades para sua produção ou a sua construção.[...] quem forma se forma e re-forma ao formar e quem é formado forma-se e forma ao ser formado. É neste sentido que ensinar não é transferir conhecimento, conteúdos nem formar é a ação pela qual um sujeito criador dá a forma, estilo ou alma para um corpo indeciso e acomodado. (FREIRE, 2005, p.22).

Reforçando essa ideia, Santos (2008) apresenta o que poderia ser tomado como visão humanística no ensino de ciências em uma perspectiva educacional freireana:

O argumento central defendido é o de que a justificativa sociológica para a inclusão das abordagens das inter-relações Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino de ciências deve avançar do foco restrito sobre as discussões de suas implicações sociais para uma abordagem mais radical. Essa engloba na perspectiva freireana uma educação política que busca a transformação do modelo racional de ciência e tecnologia excludente para um modelo voltado para a justiça e igualdade social. Resgatar essas discussões no ensino de ciências possibilita uma recontextualização do movimento CTS. (SANTOS, 2008, p.111).

Dessa forma, o ensino CTS contribuiria para preparar os estudantes para se posicionarem nas questões relacionadas à tecnologia e sociedade, deixando de o ser “oprimido” da chamada educação bancária. Entra nesse cenário então a pedagogia libertadora (FREIRE, 2000) permitindo aqueles que foram oprimidos não se tornarem opressores. Com a perspectiva humanística o ensino de Ciências seria trabalhado com enfoque sociocientífico voltado para a formação do educando e sua atuação na sociedade.

1.2.1 O ensino de ciências e a formação cidadã

Segundo Santos e Schnetzler (2010), “O ensino atual não tem atendido às necessidades de um curso que seja voltado para a formação da cidadania” (p. 13). Essa cidadania se baseia na capacidade dos cidadãos participarem criticamente dos processos que ocorrem na sociedade e o professor como educador tem o papel não só de ensinar os conteúdos curriculares, mas também de preparar para a vida e para a sociedade. Mas para que os alunos participem no processo de educação tem que haver uma identidade com os conteúdos ensinados, ou seja, para que ocorra uma aprendizagem com significado social, os conteúdos têm que estar inserido no contexto social e cultural dos educandos.

Embora existam diferentes concepções em torno do conceito de democracia, todas incluem a participação como um elemento comum na busca da cidadania. Segundo Santos e Schnetzler (2010), Aristóteles identificou a democracia como o Estado no qual a multidão governa, enquanto Rousseau a considerou como sendo o Estado no qual a maioria do povo governa. Em ambos os casos estão presentes a caracterização da participação dos cidadãos no governo em que a forma como se dá esta participação diferencia os tipos de democracia.

Assim, para Santos e Schnetzler (2010) pode-se, então, afirmar que educar para a cidadania é preparar o indivíduo para participar em uma sociedade democrática, por meio da garantia de seus direitos e do compromisso de seus deveres. Isso que dizer que educar para a cidadania é educar para a democracia.

Considerando que a participação é ampliada à medida que há uma identidade cultural dos indivíduos com as questões que a eles são postas em discussão, pode-se também correlacionar a necessidade de se levar em conta o contexto cultural em que o aluno está inserido, para que possa desenvolver a participação. Dessa forma torna-se essencial à contextualização do ensino, de modo que ele tenha algum significado para o aluno, pois é assim que ele sentirá comprometido e envolvido com o processo educativo, desenvolvendo a capacidade de participação.

Para Santos e Schnetzler (2010), a contextualização significa a vinculação do ensino com a vida do aluno, bem como suas potencialidades. Levando em conta as ideias dos alunos e oferecendo-se condições para que se criem soluções para os problemas colocados é que, de fato, se pode propiciar a participação deles no processo educacional em direção à construção de sua cidadania, uma vez que dessa forma haverá uma identificação cultural e, conseqüentemente, a integração à escola.

Sendo assim acerca da participação ativa dos indivíduos na sociedade, destaca-se que, além da educação para o conhecimento e o exercício dos direitos, por meio do desenvolvimento da capacidade de julgar, é necessária uma conscientização dos educandos quanto aos seus deveres na sociedade. Nesse sentido, a educação tem o papel também de desenvolver no indivíduo o interesse pelos assuntos comunitários, de forma que ele assuma uma postura de comprometimento com a busca conjunta de solução para os problemas existentes.

Sobre essa participação, Driver et al. (1999) também destacam que em uma perspectiva social da aprendizagem em salas de aula reconhece que uma maneira importante de introduzir os iniciantes em uma comunidade de conhecimento é através do discurso no contexto de tarefas relevantes

Assim, quando os alunos se identificam com os conteúdos, eles participam e conseqüentemente propiciam condições para o desenvolvimento de sua cidadania. Além de favorecer ao aluno o desenvolvimento de suas capacidades intelectuais, a educação também tem o papel de desenvolver no indivíduo a capacidade de pensar e se preocupar com os problemas comunitários, criando a postura de trabalhar coletivamente para alcançar um bem comum.

1.2.2. Química e cidadania

A relação do ensino de Química e a formação cidadã está vinculada aos fins da educação básica, bem como a influência da Química na sociedade moderna (Santos e Schunetzler 2010, p.45), argumentos que fundamentam essa relação serão aqui discutidos no decorrer desse tópico.

Com a sociedade desenvolvendo a capacidade de pensar no coletivo, a educação passará ter também a função de desenvolver valores morais. Os indivíduos dessa sociedade que se preocupa com o coletivo tem um importante papel como afirma Freire (2002, p.85) “o meu papel não é só o de que se constata o que ocorre, mas também de quem intervém como sujeito de ocorrências”.

Santos e Schunetzler (2010) falam mais especificamente sobre o ensino de Química, buscando a formação cidadã dos alunos:

[..] em termos gerais, o objetivo mais frequentemente apontado por inúmeros pesquisadores para os cursos com preocupação central na formação da cidadania refere-se ao desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão. Essa se relaciona à solução de problemas da vida real que envolvem aspectos sociais, tecnológicos, econômicos e políticos, o que significa preparar o indivíduo para participar ativamente na sociedade democrática. (SANTOS; SCHNETZLER, 2010, p.68)

Além da determinação legal, reconhecida pelos educadores do ensino médio, deve-se considerar a necessidade cada vez maior do cidadão ter conhecimento em Química, para estarem preparados para se posicionarem diante dos problemas sociais visando o encaminhamento de suas soluções.

O conhecimento químico se enquadra nessas condições. Com o avanço tecnológico da sociedade, há tempos existe uma dependência muito grande com relação à Química. Essa dependência vai, desde da 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 e SCHNETZLER, 2010, p. 47).

É preciso que os cidadãos conheçam como utilizar as substâncias do seu dia a dia, bem como se posicionarem criticamente com relação aos efeitos ambientais da utilização da Química e quanto às decisões referentes aos investimentos nessa área, a fim de buscar soluções para os problemas sociais que podem ser resolvidos com a ajuda de seu desenvolvimento.

Santos e Schnetzler (2010) apontam que é possível observar que a indústria química é um dos setores de mais rápido crescimento e que a melhoria na qualidade de vida nos últimos anos é também atribuída ao desenvolvimento da Química, pois é o material químico que nos propicia um maior conforto e preserva a nossa saúde como, por exemplo, as roupas de fibras sintéticas; os combustíveis dos automóveis; os antibióticos; os fármacos de síntese; a borracha sintética; os plásticos; os fertilizantes; os detergentes sintéticos; os novos materiais que vêm substituindo os metais e tantos outros materiais naturais.

Nesse sentido, a Química não deve ser ensinada como um fim em si mesmo, isso alude um ensino contextualizado, no qual o foco não deve estar no conhecimento químico, mas no preparo para o exercício da cidadania.

Considerando a proposta de formar cidadão, os cursos que mais se enquadram nessa abordagem são aqueles que dão ênfase aos aspectos sociais da Ciência e da tecnologia que têm como um dos objetivos fundamentais desenvolver a capacidade do indivíduo tomar a decisão adquirindo conhecimentos básicos de Ciência, como neste caso a Ciência Química, e assim levar os estudantes a compreenderem o papel dessa Ciência na sociedade como os aspectos econômicos que influenciam o desenvolvimento das indústrias, o uso de materiais alternativos dentre outros aspectos relacionados com a tecnologia para formar uma pessoa que tome decisões e seja capaz de efetuar uma posição perante a tecnologia.

Desse modo não se faz um cidadão apenas pelo conhecimento científico, pois educação para a cidadania é muito mais complexa porque ela importa com o aspecto crítico. Assim quem trabalha só na transmissão de conteúdos programáticos ou só ensina só os tópicos abordados no vestibular, pode ficar em desvantagem em relação àquele que tem um conhecimento mais amplo sobre Ciência e sociedade.

Paulo Freire, apesar de não citar especificamente o ensino de Ciências, já defendia há muito tempo posicionamentos semelhantes a dos autores citados anteriormente, mostrando que o ensino vai muito além da pura transmissão de conteúdos:

[...] é, sobretudo, que o formando desde o princípio da sua experiência formadora, assumindo-se sujeito ativo também na produção do saber, se convença definitivamente que ensinar não é transmitir conhecimento, mas criar possibilidades para sua produção ou a sua construção.[...] quem forma se forma e reforma ao formar e quem é formado forma-se e forma ao ser formado. É neste sentido que ensinar não é transferir conhecimento, conteúdos nem formar é a ação pela qual um sujeito criador dá a forma, estilo ou alma para um corpo indeciso e acomodado. (FREIRE, 2005, p.22).

Paulo Freire (2005) comenta que os saberes igualmente necessários a educadores conservadores, são demandados pela prática docente, independente da opção política do educador ou educadora, mostrando que o conhecimento pode ser socialmente construído.

[...] pensar certo, do ponto de vista do professor, tanto implica o respeito, tanto implica o respeito ao senso comum no processo de sua necessária superação quanto o respeito a o estímulo à capacidade criadora do educando. [...] o dever de não só respeitar os saberes com que os educandos, sobretudo os da classes populares, chegam a ela saberes socialmente construídos na prática comunitária, mas também como há mais de trinta anos venho sugerindo, discutir com os alunos a razão de ser de alguns desses saberes em relação com o ensino dos conteúdos. (FREIRE, 2005.p. 30).

Consequentemente para o cidadão seja atuante, compreendendo o papel da Ciência e que argumente em favor da sociedade além de um bom conhecimento científico ele deve ser letrado cientificamente.

Santos (2007, p.484) diz que “a escola tradicionalmente não vem ensinando os alunos a fazer a leitura da linguagem científica e muito menos a fazer uso da argumentação científica”. Com isso, muitas vezes o ensino de Ciências tem se restringido a um processo e memorização de fórmulas e vocábulos sem compreender o significado da linguagem.

No mesmo sentido, Norris e Philips (apud Santos 2007, p.483) afirmam que “um cidadão, para fazer uso social da Ciência, precisa saber ler e interpretar as informações científicas difundidas na mídia escrita”. Santos (2007, p.487) vai mais além: “em outras palavras, o que se busca não é uma alfabetização em termos de propiciar somente a leitura de informações científicas e tecnológicas, mas a interpretação do seu papel social.”

Enquanto isso Mortimer (2010) aponta os conceitos de perfil conceitual e diz que a aprendizagem de Ciências é inseparável da aprendizagem da linguagem científica:

Essa linguagem, com suas construções próprias, em que nomes e grupos nominais são empregados para designar processos e verbos para mostrar a

relação entre os grupos nominais, é diferentemente da linguagem cotidiana. Esta última, no entanto, é a linguagem de que o professor e os alunos dispõem para dar sentido a aprendizagem de ciências. (MORTIMER, 2011, p.204).

Porém não é somente ensinando Química que vamos construir cidadãos críticos e atuantes na sociedade, o processo educativo é muito mais amplo e engloba outros fatores e valores:

Não há como formar cidadãos sem desenvolver valores de solidariedade, de fraternidade, de consciência do compromisso social, de reciprocidade, de respeito ao próximo e de generosidade. Se não combatermos o personalismo, o individualismo, o egoísmo, não estaremos transformando cidadãos passivos em cidadãos ativos. (SANTOS; SCHNETZLER, 2010, p.40).

Enfim, a educação para a cidadania envolve também a esfera moral e ética, pois somente quando os indivíduos se sentirem incomodados com alguma situação e tendo formação para atuar como cidadão, que a sociedade tomará decisões voltadas para o bem comum e para a coletividade.

1.3 O enfoque CTS no ensino de Química

A Química não deve ser ensinada desvinculada à realidade do aluno com um ensino não contextualizado, cujo foco está somente no conhecimento químico, mas no preparo para o estudante atuar como cidadão crítico. Considerando tal proposta de busca pela cidadania, os cursos que mais se enquadram nessa abordagem são aqueles que dão ênfase aos aspectos sociais da Ciência e da tecnologia, como o ensino CTS, que está vinculado à educação científica do cidadão.

O ensino com enfoque CTS, segundo SANTOS e SCHNETZLER (2010, p.64) se “organiza segundo uma abordagem interdisciplinar de ensino de Ciências, cuja organização difere significativamente dos cursos convencionais de ciências centrados exclusivamente na transmissão de conceitos científicos”.

Assim, no presente tópico apresento contribuições das pesquisas sobre currículos em CTS com relação a sua origem e ao seu objetivo central de formação da cidadania. Para isso, discorro sobre o significado e as implicações educacionais desse objetivo o ensino de ciências, bem como o uso de temas sociocientíficos no ensino de Ciências.

1.3.1 Origem do ensino CTS

Inegavelmente após a Revolução Industrial do século XVIII ocorreu um grande avanço na Ciência e tecnologia e mais especificamente no século XX a expansão tecnológica teve um papel importante na indústria, na política e principalmente na sociedade.

Ao longo desse processo a Ciência passou a ser fortemente valorizada, sendo considerada a responsável pela qualidade de vida e bem estar das pessoas, dessa maneira a ciência estaria intimamente relacionada à política e ao poder econômico, como afirma Millar:

O argumento econômico indica a conexão entre tecnologia e criação de riqueza industrial, e a necessidade de um contínuo fornecimento de especialistas em ciências para manter e desenvolver a infraestrutura tecnológica. Esse é um argumento forte para fazer um currículo de ensino de ciências disponível para alguns estudantes, mas como relativamente poucos cientistas altamente instruídos sejam necessários. (MILLAR, 2003, p.79).

A supervalorização da Ciência é uma consequência do processo do cientificismo, que inserido no contexto histórico, gerou-se o mito da salvação da humanidade ao considerar que todos os problemas humanos podem ser solucionados cientificamente, o que torna surpreendente a ideia de uma ciência pela ciência, sem considerações de seus efeitos e aplicações.

Segundo Lopes (2000), como uma crítica contundente ao cientificismo que atravessa nossa sociedade e nossas escolas. Ao procurar desconstruir a imagem de uma Ciência asséptica e isenta, contrapõe-se ao esquema confortável em que muitos cientistas se colocam ao separar sua produção científica propriamente dita da aplicação de sua produção. Os limites entre esses contextos são certamente mais tênues quando nos vemos diante da inter-relação de saberes socialmente elaborados com a rede de ligações políticas e econômicas nas quais se institui a Ciência na contemporaneidade.

Porém esse desenvolvimento da Ciência não trouxe apenas benefícios para a sociedade e tomando esse contexto em consideração, o movimento CTS surgiu como uma crítica ao modelo desenvolvimentista, em que o avanço da tecnologia não trazia apenas benefícios, mostrando então seu papel transformador em consequência do progresso, isso levou a sociedade refletir sobre o papel da Ciência no contexto social.

Santos et al (2010) descrevem que de certa forma as razões para essas críticas tinham influência de acontecimentos como o lançamento da bomba atômica nas cidades de Hiroshima e Nagasaki, a tomada de consciências em relação ao meio ambiente bem como a

colonização cultural dos países de terceiro mundo fizeram as pessoas refletirem sobre esse avanço da ciência.

Então, com o surgimento dos problemas relacionados à Ciência e principalmente os problemas ambientais oriundos do avanço tecnológico, os movimentos sociais ganham força no contexto mundial e a educação ambiental passa a ter destaque na sociedade e no ensino.

Como afirma Avanzi (2004) a educação Ambiental deve ser tratada como uma mudança de mentalidade em relação à qualidade de vida, associada à busca do estabelecimento de uma relação saudável e equilibrada com o contexto, com o outro e com o ambiente.

Nesse mesmo sentido, Cachapuz (2011) afirma que as relações entre tecnociência e poder podem e devem ser reformuladas segundo linhas mais democráticas de forma a reconciliar valores da cultura democrática e humanista com o progresso tecnocientífico. Surge então a necessidade de desenvolver a capacidade de pensar no coletivo em que o sujeito seria ativo no processo de produção de Ciência e Tecnologia, educação também teria a função de desenvolver também certos valores morais (SANTOS e MORTIMER, 2000).

Como desenvolver da capacidade de pensar no coletivo em que o sujeito seria ativo no processo de produção de Ciência e Tecnologia, educação também teria a função de desenvolver também certos valores morais. Os indivíduos dessa sociedade que se preocupam com o coletivo tem um importante papel como afirma Freire (2005, p.85) “o meu papel não é só o de que se constata o que ocorre, mas também de quem intervém como sujeito de ocorrências”.

Considera-se a necessidade cada vez maior do cidadão ter conhecimento em Química, para estarem preparados a se posicionarem diante dos problemas sociais visando o encaminhamento de suas soluções. Nesse sentido, Santos e Mortimer (2000) afirmam:

[...] entendemos que a educação tecnológica no ensino médio vai muito além do fornecimento de conhecimentos limitados de explicação técnica do funcionamento de determinados artefatos tecnológicos. Não se trata de simplesmente 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. Tais conhecimentos são importantes, mas uma educação que se limite ao uso de novas tecnologias e à compreensão de seu funcionamento é alienante, pois contribui para manter o processo de dominação do homem pelos ideais de lucro a qualquer preço, não contribuindo para a busca de um desenvolvimento sustentável. (SANTOS e MORTIMER, 2000, p.9).

É preciso que os cidadãos conheçam como utilizar as substâncias do seu dia a dia, bem como se posicionarem criticamente com relação aos efeitos ambientais da utilização da Química e quanto às decisões referentes aos investimentos nessa área, a fim de buscar soluções para os problemas sociais que podem ser resolvidos com a ajuda de seu desenvolvimento.

1.3.2 Objetivos do ensino CTS

Os cursos com enfoque CTS têm como um dos objetivos fundamentais desenvolver a capacidade do indivíduo tomar a decisão adquirindo conhecimentos básicos de ciência, como neste caso a ciência Química, e assim levar os estudantes a compreenderem o papel dessa ciência na sociedade como os aspectos econômicos que influenciam o desenvolvimento das indústrias, o uso de materiais alternativos dentre outros aspectos relacionados com a tecnologia para formar uma pessoa que tome decisões e seja capaz de efetuar uma posição perante a tecnologia.

Para isso, o professor tem um papel fundamental quando opta por trabalhar com esse enfoque, já que ele desempenha o papel de selecionar e organizar os temas adequados à realidade dos alunos e, visando uma aprendizagem com um âmbito social também. Portanto esses educadores são contrários à padronização de propostas de ensino, o que implica a necessidade de desenvolvimentos de projetos e adaptação de planejamentos impostos por muitas instituições de ensino.

O papel do professor de ciências, mais que organizar o processo pelo qual os indivíduos geram significados sobre o mundo natural, é o de atuar como mediador entre o conhecimento científico e os aprendizes, ajudando-os a conferir sentido pessoal à maneira como as asserções do conhecimento são geradas e validadas. (DRIVER et al, 1999, p.33).

O professor é fundamental nesse processo. Sua contribuição é mais eficaz ainda, quando ele compreende os vínculos de sua prática com a prática social. Daí a necessidade de se evitar duas posições equivocadas tal como pensar que os conteúdos são autônomos, sem vínculos com a prática social; e acreditar que os conteúdos são irrelevantes colocando todo o peso da ação educacional na luta política.

Sendo assim, é necessário que os professores não tenham receio de transformar o ensino de Química em um instrumento de conscientização, não trabalhar somente os

conteúdos curriculares estabelecidos, mas sim veicular valores éticos, ambientais, morais, de defesa da autonomia aos conteúdos relacionados.

[...] aprender ciências envolve a introdução das crianças e adolescentes a uma forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo; é tornar-se socializado, em maior ou menor grau, nas práticas da comunidade científica, com seus objetivos específicos, suas maneiras de ver o mundo e suas formas de dar suporte às assertivas do conhecimento. (DRIVER et al, 1999, p.36).

Então, analisando as três últimas décadas, observa-se o aumento progressivo de inovações tecnológicas bem como o papel da ciência na sociedade. Segundo Santos e Mortimer (2000), vivemos em um mundo de maneira especial influenciado pela ciência e tecnologia. Tal influência seria tão grande que se pode falar em uma automização da razão científica em todas as esferas do comportamento humano, assim a lógica do comportamento humano passou a ser a lógica da eficácia tecnológica e suas razões passaram a ser as da ciência.

[...] mesmo assim, a maioria da população continua assistindo a contradições e desmandos de forma bastante passiva. Conforme Borrero (1990, p.128), a lógica da eficiência da C&T, a falta de uma política social autêntica e a busca por necessidades básicas para garantir a sobrevivência têm levado os despossuídos a serem “cúmplices involuntários da degradação ambiental”. A consequência disso é a difusão de pensamentos que levam a crer na quase impossibilidade de se implementar ações que promovam a justiça social, principalmente em países emergentes. (ANGOTTI e AUTH, 2001, p.18).

Driver et al(1999) entende que, na educação em Ciências, é importante considerar que o conhecimento científico é, ao mesmo tempo, simbólico por natureza e socialmente negociado. Os objetos da ciência não são os fenômenos da natureza, mas construções desenvolvidas pela comunidade científica para interpretar a natureza.

Assim o ensino de CTS está relacionado à educação científica visando a formação do cidadão. Para caracteriza essa concepção de ensino vários autores cutam o que seria o ensino com enfoque em Ciência, Tecnologia e Sociedade.

[...] os trabalhos curriculares em CTS surgiram, assim, como decorrência da necessidade de formar o cidadão em ciência e tecnologia, o que não vinha

sendo alcançado adequadamente pelo ensino convencional de ciências. O cenário em que tais currículos foram desenvolvidos corresponde, no entanto, ao dos países industrializados, na Europa, nos Estados Unidos, no Canadá e na Austrália, em que havia necessidades prementes quanto à educação científica e tecnológica. (LAYTON, 1994² apud SANTOS e MORTIMER, 2002, p.3).

Todas essas considerações evidenciam que os cursos de CTS se organizam segundo uma abordagem interdisciplinar de ensino de Ciências, cuja organização difere significativamente dos cursos convencionais de Ciências centrados exclusivamente na transmissão de conceitos científicos.

Afirma Santos (2011):

Nesse sentido, o contexto atual da crise econômica, associado a crise das mudanças climáticas, convida-nos a construir outro modelo de CT que rompa com o velho modelo consumista movido pela lógica do lucro independente de suas consequências socioambientais. É nesse contexto que podemos assumir CTS como um movimento de reconstrução social. Isso vai implicar na análise crítica das inter-relações entre seus três elementos em uma perspectiva de transformação social. (SANTOS, 2011, p.38).

Firme e Amaral (2008), ao falarem sobre o ensino na perspectiva CTS, citam que as propostas de ensino incluem uma abordagem de conceitos científicos articulados a questões tecnológicas e sociais, buscando promover ampla discussão em sala de aula. Tais propostas emergem de um movimento em escala internacional que busca discutir, de forma crítica, as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade – o Movimento CTS.

Assim, o objetivo central da educação de CTS no Ensino Médio é desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões.

Porém Santos e Mortimer (2001) destacam também que o principal objetivo de currículos CTS é o letramento científico e tecnológico para que os alunos possam atuar como cidadãos, tomando decisões e agindo com responsabilidade social.

[...] a tomada de decisão nos currículos CTS é vista por muitos autores como um processo racional que envolve várias etapas. Como afirma Kortland (1996, p.675), tomada de decisão pode ser compreendida como a maneira

² LAYTON, D. et al. Inarticulate Science: some perspectives on the public understanding of science and their implications for science education. *Studies in Science Education*, 1993.

racional de escolha entre meios alternativos de ação (relativas a questões pessoais ou públicas), os quais requerem um julgamento em termos de seus valores. (SANTOS e MORTIMER, 2001, p.98).

Nesse sentido, sobre os conhecimentos e habilidades a serem desenvolvidos, Hofstein, Aikenhead e Riquarts (1988)³ apud Santos e Schnetzler (1997) incluem: a autoestima, a comunicação escrita e oral, o pensamento lógico e racional para solucionar problemas, a tomada de decisão, o aprendizado colaborativo/cooperativo, a responsabilidade social, o exercício da cidadania, a flexibilidade cognitiva e o interesse em atuar em questões sociais.

Segundo Zoller (1982)⁴, apud Santos e Schnetzler (1997), destaca também que é essencial que o currículo de Ciências do ensino secundário seja planejado de forma a assegurar o desenvolvimento daquela capacidade de tomada de decisão e essa capacidade significa preparar o indivíduo a participar ativamente na sociedade democrática, na busca de solução de problemas que envolvam aspectos sociais, tecnológicos, econômicos e políticos.

[...] o movimento CTS se caracteriza como um movimento social mais amplo de discussão pública sobre políticas da ciência e tecnologia (CT) e sobre os propósitos da tecnociência. Esse movimento surgiu tanto em função dos problemas ambientais gerados pelo cenário socioeconômico da CT, como em função de uma mudança da visão sobre a natureza da ciência e de seu papel na sociedade, o que possibilitou a sua contribuição para a educação em ciências na perspectiva de formação para a cidadania. (SANTOS, 2011, p.23).

Um segundo desígnio dos cursos de CTS refere-se à compreensão da natureza da Ciência e do seu papel na sociedade, o que implica a necessidade de o aluno adquirir conhecimentos básicos sobre filosofia e história da Ciência, para compreender as potencialidades e limitações do conhecimento científico.

Devemos então diferenciar o ensino com enfoque CTS com o termo em voga chamado ensino de Química no cotidiano do aluno, que muitas vezes se limita em citar algumas substâncias do cotidiano dentro do contexto do conteúdo a ser ensinado, faz referência de termos químicos ou então utiliza exemplos próximos e analogias para se ensinar

³ HOFSTEIN, A.; AIKENHEAD, G; RIQUARTS, K. Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium. *International Journal of Science Education*, v.10, n.4, p.357-66, 1988.

⁴ ZOLLER, U. Decision-making in future science and technology curricula. *European Journal of Science Education*, v.4, n.1, p.11-7, 1982.

ciências, ou seja, seria uma maneira de facilitar o processo ensino aprendizagem. Assim, “um ensino que contemple apenas aspectos dessa natureza seria, a nosso ver, puramente enciclopédico, favorecendo uma cultura de almanaque. Essa seria uma forma de “dourar a pílula”, ou seja, de introduzir alguma aplicação apenas para disfarçar a abstração excessiva de um ensino puramente conceitual, deixando, à margem, os reais problemas sociais”. (SANTOS e MORTIMER, 2002, p.7).

Muitos autores que defendem o ensino CTS relatam que para o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão é fundamental que os estudantes discutam problemas da vida real. “A abordagem de temas locais, vinculados à comunidade dos estudantes, torna a discussão mais próxima. Ao discutir questões relacionadas a sua vida, os alunos terão oportunidade de confrontar os diferentes valores da própria turma.” (SANTOS e MORTIMER, 2001, p.103).

Santos (2011) afirma que o desenvolvimento de diversos projetos curriculares de ensino de Ciências nessa perspectiva e diversas pesquisas no campo foram desenvolvidas de forma que CTS passou a se constituir como uma linha de pesquisa no ensino de Ciências.

O movimento CTS incorpora também os objetivos da Educação Ambiental (EA), fato evidenciado em artigos renomados sobre ensino de Ciências e em seguida passou-se a adotar a denominação CTSA com o objetivo de evidenciar a perspectiva ambiental,

[...] nesse sentido, acima da discussão semântica sobre a sigla que deva ser empregada, considero que o mais importante é a explicitação clara de que concepção se tem em mente ao se empregar qualquer slogan. Assim em quanto termo CTS em muitas propostas evidencia a preocupação com os objetivos da educação ambiental, em vários contextos se encontra longe dessa perspectiva. Por outro lado a sigla CTSA pode também expressar diferentes concepções do que se entende por EA ou por educação para a sustentabilidade. (SANTOS, 2011, p.32).

Segundo Santos (2011) pode-se citar ainda que no contexto global atual de mudanças climáticas, já se fala inclusive em letramento para mudanças climáticas, que significa uma compreensão da nossa influência e da sociedade sobre o clima e da influência deste sobre nós e a sociedade e assim novos slogans surgiram e novas pressões estão influenciando o currículo de Ciências.

Desde o século XIX que vem sendo discutida a necessidade da educação científica para o público em geral e um amplo debate vem sendo travado sobre as finalidades dessa educação. Os propósitos que têm sido atribuídos variam desde a popularização científica até a defesa da formação especializada de cientistas. (SANTOS, 2011, p.22).

Assim, para alcançar esses objetivos uma estratégia é trabalhar com a abordagem temática associada aos conteúdos programáticos, de forma com que os aspectos sociocientíficos sejam incorporados nas aulas de ciências.

Para isso o currículo com enfoque CTS possibilita a desvinculação da Ciência neutra, absoluta e impessoal para uma Ciência que se aproxima da realidade do estudante buscando significação para o que é estudado, levando-o a ter uma visão de mundo mais ampla, compreendendo os fenômenos que passam ao seu redor e capacitando-o para questionar e solucionar problemas que envolvam ciência e tecnologia.

Santos e Mortimer (2002) apresentam uma discussão sobre a visão da Ciência e tecnologia no currículo CTS:

A **Ciência** segundo perspectiva CTS destaca a importância da compreensão sobre a natureza da ciência e suas implicações sociais, apontando para o caráter provisório e incerto das teorias científicas, de tal forma que o aluno busque alternativas para a solução de problemas.

A **Tecnologia** e a Ciência estão interligadas de forma direta e não devem ser confundidas como técnica para utilizar artefatos tecnológicos, mas sim incluir a compreensão de aspectos técnicos, organizacional e culturais que podem ser identificados numa prática tecnológica e como a produção tecnológica tem influenciado o comportamento humano e, desenvolver atitudes em prol do desenvolvimento sustentável.

A **Sociedade** está relacionada aos temas sociais que envolvam questões científicas e tecnológicas, bem como as questões éticas os valores humanos, levando também as discussões de aspectos políticos e econômico.

Diante dessa perspectiva, Auler(2011) afirma que a educação em Ciências não se reduz ao viés instrumental, utilitarista. Nessa nova concepção curricular, o conjunto de conhecimentos trabalhados necessita ser redimensionado, caminhando para um currículo que busque a constituição ou resgate de valores alternativos, democráticos e sustentáveis.

Dessa maneira estão presentes na literatura, diversas sugestões sobre temas que podem ser trabalhados em sala de aula. Santos e Schnetzler (2010) apontam os temas químicos

sociais como a Química ambiental, recursos energéticos, alimentos e aditivos químicos, medicamentos, água, drogas, minerais, dentre outros.

Nesse mesmo viés, Santos e Mortimer (2002) destacam autores como Merryfield (1991) que defendem a inclusão de temas globais que afetam as pessoas a nível mundial, como por exemplo: temas ambientais, saúde, transporte e alimentação.

No contexto brasileiro, Santos e Mortimer (2002) sugerem a abordagem dos seguintes temas como a exploração mineral, privatização da Petrobrás, poluição ambiental, crescimento desordenado nos centros urbanos, o destino do lixo, poluição atmosférica, reflexões sobre o consumo, dentre outros.

Defende-se então um currículo que busque potencializar a compreensão, a participação em debates, questionamentos, numa perspectiva de democratização, não restrito ao campo técnico científico, como afirma Auler (2011).

Enfim, ensinar Química na busca da cidadania engloba os conhecimentos fundamentais para a sobrevivência do indivíduo na sociedade, essa educação implica, sobretudo, na formação de atitudes e hábitos, na educação de valores e na formação de consumidores críticos.

1.3.3 Desafios do enfoque CTS

Observa-se no cenário atual que o movimento CTS vem crescendo significativamente no contexto brasileiro. Auler (2011) aponta a realização do II SIACTS, em 2010 como um marco do movimento CTS, além de eventos específicos como o ENPEC, ENEQ, EPEF e ENEBIO.

Auler (2011) relata que esse crescimento também é um alerta e teme que o campo do trabalho CTS transformar-se-á em um modismo caso não se enfrente um debate sobre esse currículo e aponta as definições políticas no que se refere as intencionalidades, ou seja, se os valores terão os eixos da configuração curricular nos valores democráticos, haverá mudanças radicais, mas se caso fossem valores tecnocráticos, não há muito o que mudar.

Assim, para não cair no valor tecnocrático, deve-se levar o estudante a tentar resolver um problema vinculando-o as relações sociais e não apenas configurá-lo de forma apenas técnica.

Auler (2011) destaca ainda a desprofissionalização do professor, sendo este apenas um mero executor de currículos. Ao professor cabe cumprir programas e vencer conteúdos.

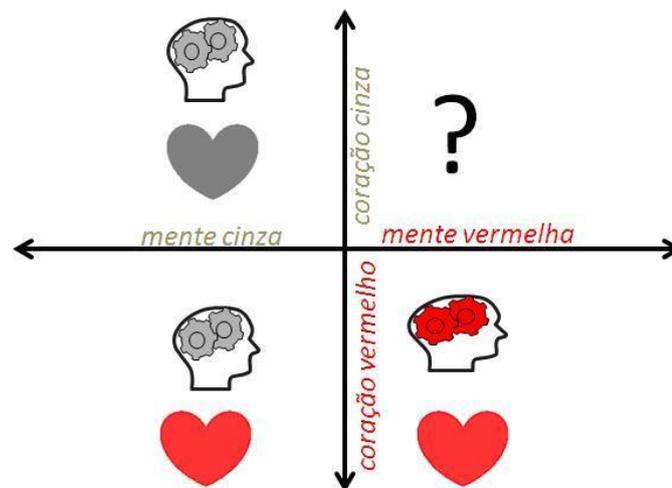
Nesse mesmo sentido, Firme e Amaral(2008) relatam a dificuldade docente em compreender um currículo com enfoque CTS:

[...] investigar em que medida um processo formativo contribui para (re)significações nas concepções de professores de química acerca da ciência, tecnologia, sociedade e de suas inter-relações. Com isso, consideramos estar promovendo um processo de tomada de consciência do professor sobre as suas próprias concepções, ressaltando a necessidade de mudanças para desenvolver propostas didáticas alternativas àquela usualmente praticada em sala de aula. (FIRME e AMARAL, 2008, p.254).

Auler (2007) considera ainda que a educação não é neutra, e entende que há a necessidade de caminhar para uma maior precisão conceitual, bem como para explicitação dos pressupostos políticos-pedagógicos subjacente a este enfoque.

Então Dagnino, Silva e Pandovanni (2011) utilizam uma tipologia para explicar o porquê da educação, ciência e tecnologia estarem caminhando tão devagar, apresentada na Figura 2.

Figura 2: Corações, mentes e suas cores



Fonte: Dagnino, Silva e Pandovanni, p.104, 2011.

Dagnino, Silva e Pandovanni (2011) afirmam que muitos que escolheram trabalhar com CTS possuem um “coração vermelho”, ou seja, almejam a inclusão social, uma sociedade mais justa e ambientalmente sustentável. Assim, o grupo coração vermelho e mente cinza seria o mais interessante já que acreditam na ética e que consideram que apenas uma revolução social pode levar ao fato do conhecimento vir a beneficiar a sociedade.

Assim, o professor tem papel fundamental na consolidação para engajar nessa proposta do ensino com enfoque CTS:

[...]Ao buscar desenvolver estratégias didáticas que representam mudança na sua prática pedagógica, os professores podem se deparar com um processo de reflexão sobre suas concepções e sentir um apelo de revisão das mesmas. Nessa perspectiva, a disponibilidade dos professores em abrir as suas salas de aulas para novas propostas didáticas pode ser compreendida como uma abertura para a sua própria formação. Por essa razão, consideramos que aspectos levantados neste trabalho constituem um ponto de partida importante para a discussão, com esses professores, no processo de elaboração e planejamento de abordagens didáticas a serem aplicadas em suas salas de aula. (FIRME; AMARAL, 2008, p.267).

Enfim, esse complexo processo não têm apenas o professor como detentor de toda a responsabilidade, ele vai desde as intencionalidades políticas pedagógicas do sistema educacional, perpassando pela reflexão e mudança de postura docente, até caminhar para a tomada de decisão do estudante.

Esse desafio está lançado e espera-se que a discussão sobre o enfoque CTS faça parte do contexto escolar e se consolide no âmbito educacional e que se aprimore com o passar dos tempos.

CAPÍTULO 2

PROCEDIMENTOS DE INVESTIGAÇÃO

Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa. Todos nós ignoramos alguma coisa. Por isso aprendemos sempre.

Paulo Freire

No presente capítulo são apresentados os instrumentos utilizados na aplicação da proposta didática, durante a qual foram feitas coletas de dados com cinco instrumentos. Inicialmente são descritos os sujeitos da investigação para posteriormente explicar os procedimentos adotados na aplicação dos instrumentos.

2.1 Sujeitos

As aulas propostas foram ministradas para sete turmas do 1º ano do Ensino Médio, sendo cinco turmas de Taguatinga Sul e duas turmas da Asa Norte, cujo total de alunos matriculados no período era de 329 alunos (vide quadro 1). Esses são também os sujeitos envolvidos na aplicação de questionário.

Quadro 1: Quantitativo de alunos do 1º ano das turmas em que a proposta foi aplicada

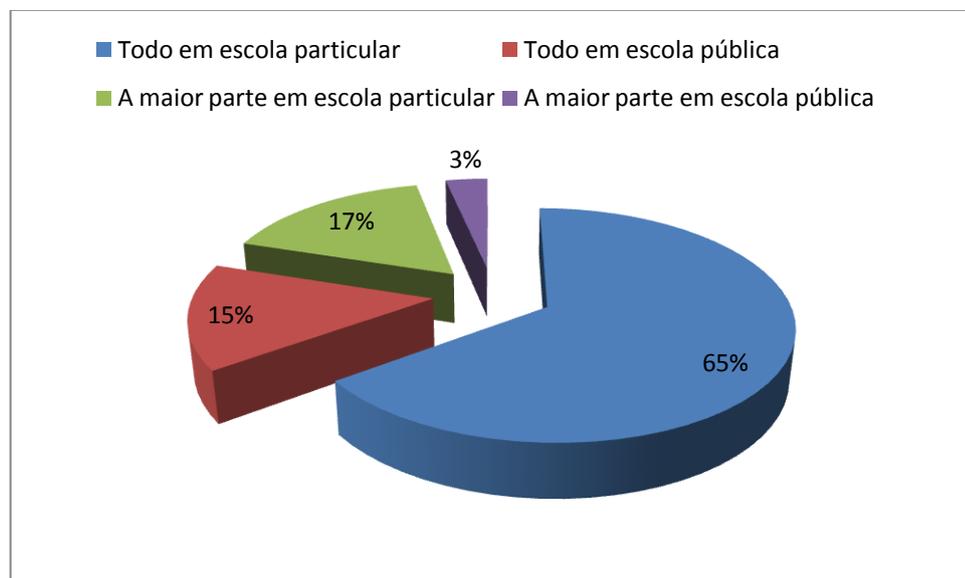
Asa Norte		Taguatinga Sul	
Turma	Quantidade de alunos	Turma	Quantidade de alunos
A	50	A	46
B	49	B	50
		C	49
		D	44
		H	41

Fonte: Diário escolar – 2012.

Todas as aulas eram no turno matutino e a maioria dos alunos tinha como origem escolas particulares do Distrito Federal (vide Figura 3). A grande maioria também era alunos novatos na instituição visto que a mesma ofertava apenas o Ensino Médio. Observou-se que a maioria era de classe média e possuem boas condições financeiras..

As turmas tinham uma média de 47 alunos por sala, o que pela grande quantidade dificultava um pouco a discussão em grupo, já que muitos queriam manifestar suas opiniões durante os debates.

Figura 3: Origem escolar dos alunos no Ensino Fundamental



Fonte: Questionário de opinião.

Enfim, eram alunos no auge da adolescência, com dúvidas, anseios, alguns motivados, outros desinteressados, nada que fugisse da normalidade de um grupo de estudantes daquela faixa etária de 14 à 16 anos.

Disponibilizamos também um questionário de opinião que ficou na internet e voluntariamente 69 alunos responderam, ou seja, aproximadamente 20,97 % dos alunos.

2.2 Instrumentos

Foram usados os seguintes instrumentos:

- 1- Gravação em áudio de todas as aulas,
- 2- Narrativa de memória,

- 3- Diário de campo do bolsista,
- 4- Entrevista (vide apêndice 1): diante da disponibilidade do bolsista, somente cinco turmas entrevistadas totalizando 25 alunos,
- 5- Questionário de opinião (vide apêndice 3)

2.2.1 Gravação em áudio

Foi feita a gravação de áudio das aulas de todas as turmas, tanto das aulas com enfoque CTS como as aulas de apenas exercícios e explicação de conteúdos.

Os alunos foram informados que as aulas seriam gravadas com o propósito de investigar as aulas de Química. Não ocorreu nenhuma manifestação de recusa sobre a gravação de áudio. Eles foram informados que dados poderiam ser utilizados na minha dissertação de mestrado e caso alguma fala deles fosse utilizada, o nome dos mesmos seriam preservados.

Esse instrumento foi escolhido para analisar principalmente a fala dos alunos bem como a participação deles nos debates propostos.

O recurso de filmagem não foi utilizado devido a não autorização da instituição escolar.

2.2.2 Narrativa de memória

Realizou-se a construção de uma narrativa de memória diária escrita ao término do período de cada turno de aula, para abranger uma maior riqueza de dados e percepções, dando ênfase nas observações feitas pelos alunos ao longo das aulas.

Esse relato das aulas, que foi feito diariamente, buscava registrar as percepções dos alunos que foram identificadas, bem como as percepções que eu tinha como professora, além de registrar fatos relevantes para a pesquisa, como por exemplo as aulas que os alunos mais participavam e que muitos questionamentos eram levantados.

2.2.3 Diário de campo do bolsista

Um aluno do curso de licenciatura em Química da UnB, bolsista, fez um relato das aulas, observando principalmente a participação dos alunos. Ele trabalhava no momento com projetos em CTS, então, analisou as turmas segundo sua disponibilidade: uma turma na Asa Norte e três turmas em Taguatinga.

O bolsista foi responsável também pela entrevista com os alunos.

2.2.4 Entrevista

Ao final da aplicação da proposta didática realizou-se a entrevista em grupo de cinco alunos por turma, escolhidos mediante sorteio.

Para o sorteio, separaram-se dois envelopes por turma: um com alunos que participam e tem um bom desempenho na sala de aula e no outro envelope uma lista dos alunos que não contribuíram muito nas aulas. O sorteio foi feito na presença dos alunos, eles foram avisados da pesquisa e a contribuição seria voluntária, no entanto, todos os alunos sorteados aceitaram fazer a entrevistas.

Foi feita a gravação de áudio das entrevistas.

2.2.5 Avaliação da proposta pelos discentes

O questionário buscava abordar a opinião dos alunos sobre as aulas com enfoque CTS, bem como o que acharam da abordagem temática, ele foi disponibilizado *online* e voluntariamente 69 alunos responderam as perguntas solicitadas.

2.3 Análise dos dados

A análise de dados foi feita com base em dados registrados com a avaliação discente e na entrevista em grupo. Além desses instrumentos analisou-se o áudio das aulas e as reflexões diárias feitas na narrativa da memória, bem como as atividades desenvolvidas pelos alunos em casa e na sala de aula.

Conforme já comentado, no período de aplicação da proposta didática, as aulas foram acompanhadas pelo bolsista da UnB. Nesse período, foram feitas observações com anotações em diário de campo e gravação do áudio das aulas. Ao final da aplicação da proposta didática, os alunos foram convidados a responder o questionário de opinião *online* e logo em seguida, foram sorteados para a entrevista realizada pelo bolsista.

A análise dos dados foi direcionada segundo o objetivo principal da pesquisa que é analisar a abordagem de temas CTS em aulas de Química dessa escola particular do Distrito visando contribuir para a formação cidadã dos alunos. Analisou-se também dados relacionados ao interesse dos alunos em relação as aulas bem como se ocorreu aprendizagem dos temas abordados.

Nesse sentido, durante a análise dos dados, procurou-se observar também se a proposta didática estabelecia relação com as características do ensino de ciências com enfoque CTS. Os aspectos observados foram relacionados principalmente sobre o interesse dos alunos pela disciplina

bem como se ocorreu aprendizagem sobre os temas abordados, não deixando de lado aspectos mais qualitativos como participação dos alunos e se haviam questionamentos relevantes que sinalizassem alguma mudança de atitude e tomada de decisão do grupo desse grupo de alunos.

Essas características estão intimamente relacionadas ao principal objetivo da educação científica CTS – que é capacidade de se posicionar perante a situações problemas que envolvam a ciência

Através da análise de dados buscou-se também refletir e levantar sugestões para a aplicação de aulas com esse enfoque para auxiliar professores a incorporar temas CTS em escolas com realidades semelhantes da escola pesquisada.

CAPÍTULO 3

RESULTADOS E DISCUSSÃO

É fundamental diminuir a distância entre o que se diz e o que se faz, de tal forma que, num dado momento, a tua fala seja a tua prática.

Paulo Freire

Considerando que o objetivo desta dissertação inclui a análise da abordagem de temas CTS em aulas de Química no Ensino Médio em uma escola particular, no presente capítulo são apresentados o contexto da escola, a prática pedagógica desenvolvida, a análise do conjunto das sequências pedagógicas e análise exploratória de dados construídos durante o desenvolvimento das aulas. O contexto escolar e a prática pedagógica são descritos no item da experiência pedagógica, no qual se discute como foram desenvolvidas as aulas. Os demais resultados obtidos a partir dos instrumentos de dados são analisados, conjuntamente, explicitando impressões sobre o interesse e participação da turma, a ocorrência da aprendizagem dos temas abordados e a avaliação global da experiência vivenciada.

3.1 Experiência pedagógica vivenciada

A experiência vivenciada foi desenvolvida ao aplicar o planejamento pedagógico proposto, incorporando temas CTS. Para isso, são apresentados dados sobre o ambiente escolar, sujeitos envolvidos, bem como todo o processo e reflexões feitas ao longo do desenrolar das aulas.

3.1.1 Contexto escolar

A escola pesquisada é uma instituição particular que no ano de 2012 tinha duas unidades para o Ensino Médio, uma localizada na região administrativa de Taguatinga – DF e outra na Asa

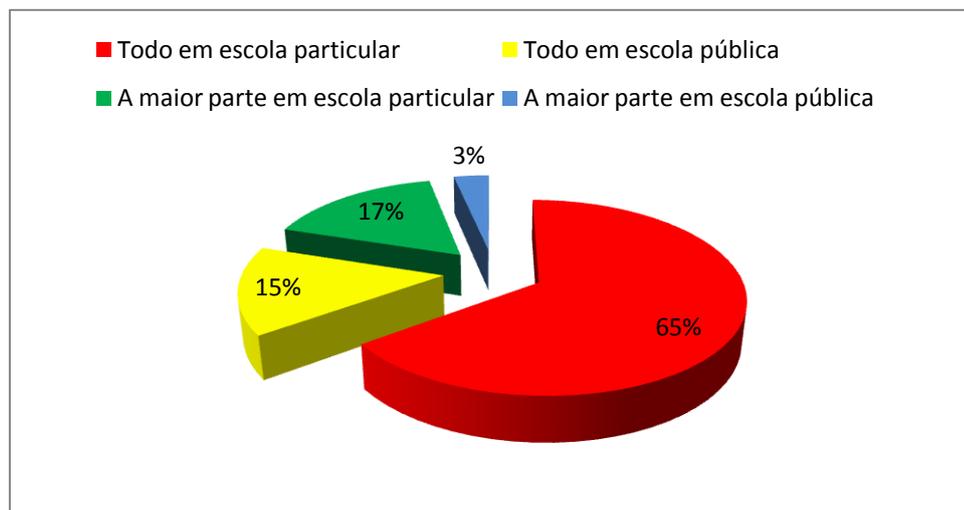
Norte em Brasília – DF, com aproximadamente 1.200 alunos. Além disso, a escola mantém três unidades destinadas ao seguimento do pré-vestibular, da qual teve sua origem, e também mantém algumas turmas destinadas à preparação para concursos públicos.

Esse empreendimento educacional tem aproximadamente dez anos e há seis anos trabalha com o Ensino Médio. A unidade da Asa Norte tem aproximadamente 400 alunos e está instalada em um ambiente com quadra de esporte, pátio, piscina, restaurante e auditório. A unidade de Taguatinga possui um maior número de alunos, aproximadamente 800, e está localizada em um prédio onde de dia funciona a escola e durante a noite funciona uma faculdade. Todas as salas de aula são amplas, possuem *data show* e tela *smart*, além disso, são amparados por uma equipe pedagógica com diretora, coordenadora e orientação educacional.

A escola possui turmas heterogêneas em relação ao nível de aprendizagem dos alunos, desde alunos com dificuldade em aprender até excelentes alunos com facilidade para estudar os conteúdos propostos. Como nesse período a escola ofertava apenas o Ensino Médio, todos os alunos do primeiro ano do Ensino Médio eram novatos na instituição.

A instituição pesquisada é considerada uma escola de grande porte, há aproximadamente 550 alunos no primeiro ano do Ensino Médio. Esses alunos, na maioria dos casos, vieram principalmente de escolas particulares, parte também vem de escola pública e escolas particulares de pequeno porte, localizadas na mesma região administrativa da instituição ou em regiões próximas a escola investigada, mostrando assim que a instituição possui um corpo discente bastante diversificado, conforme a figura 4.

Figura 4: Origem escolar dos alunos no Ensino Fundamental



Fonte: Questionário de opinião.

Grande parte dos alunos busca essa instituição com o propósito de ingressarem em universidades públicas, já que isso faz parte da filosofia da escola e grande parte das propagandas dela está voltada à divulgação de números de estudantes que passaram em vestibulares. Além disso, a escola mantém um corpo docente bastante qualificado e conhecedor dessas avaliações, trabalha-se em um contexto voltado principalmente para esse foco do vestibular e mais recentemente vem dando importância para o ENEM também.

O sistema de avaliação é composto de duas provas bimestrais, cada uma valendo 4,0 pontos, essas provas são elaboradas pela equipe de professores durante as reuniões de área, sendo a primeira com questões subjetivas e a segunda com questões de múltipla escolha, similar a avaliação do ENEM. Geralmente, os professores utilizam questões semelhantes às de vestibulares de universidades federais em todas as provas, há ainda um simulado similar ao PAS que é aplicado bimestralmente e com pontuação extra na média dos alunos.

De acordo com padrão de notas da escola, o professor tem 2,0 pontos para ser trabalhado de forma diversificada, chamada de nota formativa, e fica a critério do docente como utilizar esses pontos. Muitos passam listas de exercícios, apresentação de seminários, trabalhos escritos. A aprovação anual dar-se-á mediante a média 6,0 em todos os bimestres e registros da escola mostram que estatisticamente há um índice de reprovação de 3,0%.

Além do grupo heterogêneo de alunos, temos também um corpo docente diversificado o qual podemos citar aqueles que trabalharam muito tempo em cursos preparatórios de vestibular, professores com vasta experiência, professores iniciantes, e professores que trabalham em duas ou mais instituições.

Existe um planejamento de aulas coletivo feito no início do ano pelos professores da mesma disciplina (intitulada como cadeira de Química) para que possam segui-lo ao longo do ano letivo. Os conteúdos são elencados com base no PCN e nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio, porém na prática a prioridade é seguir os conteúdos abordados nos triênios do PAS e no vestibular da UnB sendo que os temas transversais e sociocientíficos foram excluídos no planejamento de 2012.

Os professores de Química das duas unidades da escola trabalham os conteúdos de forma simultânea e apesar de utilizar o livro didático recentemente adotado (REIS, 2011) um sistema apostilado, faz-se bastante uso de listas de exercícios com questões de vestibular. Não há restrição ao professor que queira trabalhar de maneira diferenciada, desde que ele não fuja da matéria a ser ministrada.

Porém, caso o professor queira inserir atividades diferentes ou projetos, estes devem estar de acordo com os conteúdos a serem ministrados, procurando não se distanciar dos outros professores da cadeira, já que há uma prova unificada (igual em todas as unidades) para todas as séries, elaborada em equipe.

Para ajustar a equipe, existem reuniões de área quinzenais para discutir com os colegas de equipe e conferir se os conteúdos estão alinhados. Há um coordenador de área, um professor da equipe, que auxilia na elaboração de provas e ajuda a resolvermos questões pertinentes ao ambiente escolar. Há também a flexibilidade de mudar o planejamento caso haja necessidade de trabalhar o conteúdo em mais aulas, desde que seja aceito por toda equipe.

Enfim, é uma instituição que envolve alunos e professores no mundo do vestibular, já que este é o foco da escola. Cabe tão somente aos docentes uma concepção muito maior sobre a educação e tentar não focar somente nesse objetivo da escola, buscando um ensino que não valorize os conteúdos programáticos, mas que eduque o estudante para que ele seja um cidadão questionador e participativo na sociedade. Assim, foi em contramão ao principal objetivo da escola que este projeto foi implementado, mostrando as dificuldades da intervenção bem como os resultados dessa proposta.

3.1.2 As aulas de Química

As aulas de Química foram planejadas visando o enfoque CTS, essa proposta pedagógica possui aspectos diferentes se comparadas às aulas dos primeiros bimestres.

Acreditando na proposta humanística do ensino e no papel do professor no processo de aprendizagem, afirma Paulo Freire:

[...] é, sobretudo, que o formando desde o princípio da sua experiência formadora, assumindo-se sujeito ativo também na produção do saber, se convença definitivamente que ensinar não é transmitir conhecimento, mas criar possibilidades para sua produção ou a sua construção. [...] quem forma se forma e reforma ao formar e quem é formado forma-se e forma ao ser formado. É neste sentido que ensinar não é transferir conhecimento, conteúdos nem formar é a ação pela qual um sujeito criador dá a forma, estilo ou alma para um corpo indeciso e acomodado. (FREIRE, 2005, p.22).

O ensino de Ciências, mais especificamente o de Química, tem a possibilidade de trabalhar o enfoque CTS, como já citado anteriormente sendo que a proposta freireana, apesar de não citar

especificamente o ensino de Ciências, pode trabalhar com temas sociocientíficos voltados para a formação cidadã.

Dessa maneira, o papel do professor vai muito mais além do fato de passar o conteúdo programático para os alunos, e tendo a Química com enfoque CTS como uma das minhas prioridades como educadora, busquei trabalhar ao longo do ano textos com esse enfoque em minhas aulas.

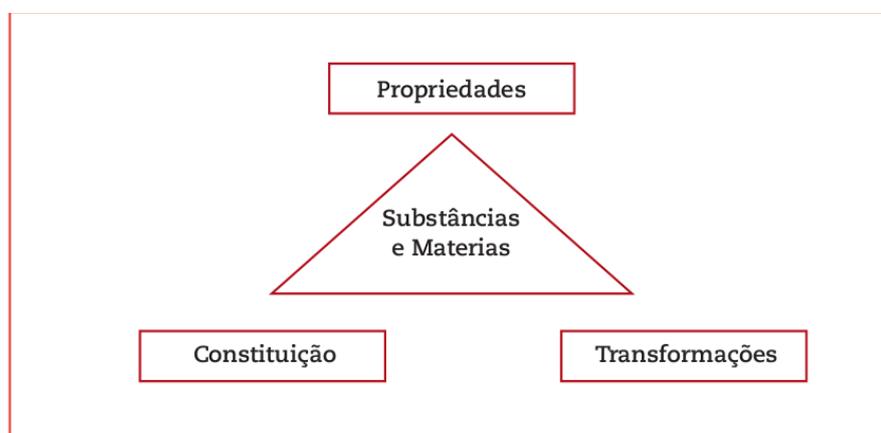
Assim, durante o ano de 2012, levantei questionamentos com meus alunos e de forma dialógica tentei mostrar a relação CTS nos conteúdos abordados, mas não propus atividades de leitura de textos com essa abordagem.

Ao longo do primeiro semestre trabalhei com o 1º ano os seguintes conteúdos programáticos: método científico e início da Química, substâncias e misturas, métodos de separação de misturas, constituição da matéria, fenômenos químicos e físicos, reação química e suas evidências e teoria atômico molecular. Nenhum desses conteúdos foram planejados de tal forma que o enfoque CTS fosse incorporado em todas as aulas.

No terceiro bimestre trabalhei o “Estudo dos Gases” e iniciei o conteúdo com a leitura do texto “Poluição Atmosférica e Aquecimento Global” do livro Química Cidadã (SANTOS *et al*; 2011).

Esse tema foi escolhido, pois as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (2006) afirma que a Química estrutura-se como um conhecimento que se estabelece mediante relações complexas e dinâmicas que envolvem um tripé bastante específico, em seus três eixos constitutivos fundamentais (vide Figura 5): as transformações químicas, os materiais e suas propriedades e os modelos explicativos (BRASIL, 2002).

Figura 5: Focos de interesse da Química



Fonte: MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000, p. 276.

As Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio, estabelecidas pelo Conselho Nacional de Educação, constituem um conjunto de definições sobre princípios, fundamentos e procedimentos a serem observados na organização pedagógica e curricular de cada unidade escolar (BRASIL, 2000, Art. 1). As propostas pedagógicas das escolas e os respectivos currículos incluem a definição das formas de tratamento aos conteúdos e aos conceitos, o que, por sua vez, inclui definições sobre os contextos e os temas sociais articuladores dos processos de conhecimento aliados às competências básicas da formação. Isso se considerarmos as finalidades legais do ensino médio, entre as quais se situam “a compreensão do significado das ciências” e a compreensão do meio com a ajuda delas, de maneira a “possuir as competências e as habilidades necessárias ao exercício da cidadania e do trabalho” (BRASIL, 2002, Art. 4), sempre tendo em mente que “os conteúdos curriculares não são fins em si mesmos, mas meios básicos para constituir competências cognitivas ou sociais, priorizando-as sobre as informações” (BRASIL, 2002, Art. 5).

No entanto, nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006) constam diretrizes para o conhecimento químico a ser abordado em sala tais como: a Química como atividade científica, tecnologia Química, Química e Sociedade e a Química, cidadania e o meio ambiente.

Há ainda informações sobre as habilidades abaixo:

- Compreensão do mundo, do qual a Química é parte integrante, por meio dos problemas que ela consegue resolver e dos fenômenos que podem ser descritos por seus conceitos e modelos.
- Compreensão das formas pelas quais a Química influencia nossa interpretação do mundo atual, condicionando formas de pensar e interagir.
- Compreensão do conteúdo de textos e comunicações referentes ao conhecimento científico e tecnológico, em Química, veiculados em notícias e artigos de jornais, revistas, televisão e outros meios sobre temas como agrotóxicos, concentração de poluentes, chuvas ácidas, camada de ozônio, aditivos de alimentos, flúor na água, corantes e reciclagens.
- Conhecimento da influência da ciência e da tecnologia sobre a sociedade e desta última sobre o progresso científico e tecnológico e as limitações e possibilidades de se usar a ciência e a tecnologia para resolver problemas sociais.

Assim, é perceptível a presença do tema poluição nessas diretrizes assim como questões recorrentes nos exames de seleção para universidades, por isso o texto “Poluição Atmosférica e Aquecimento Global” foi escolhido.

Além disso, muitos livros didáticos abordam esse tema, Vaitzman e Vaitasman (2006, p. 11) afirmam que a partir dos anos 90, os livros didáticos tradicionalmente usados no Ensino Médio passaram a introduzir no ensino de Química, a título de leitura para o aluno, textos relacionados com o cotidiano e o meio ambiente, associando-os aos conteúdos tradicionais. Então, para dar continuidade ao enfoque CTS, decidimos trabalhar o tema Química Verde dentro do próximo conteúdo presente no planejamento anual que foi de cinética química.

Sobre a Química Verde destaca-se que ela teve seu início no final do século XX, nos Estados Unidos, em 1991 logo após a publicação da Lei de Prevenção à poluição dos EUA. Em 1995, criou-se um prêmio em Química Verde (*The Presidential Green Chemistry Challenge Awards*) para incentivar projetos baseados no princípio da sustentabilidade. Outros países como o Japão, Inglaterra e Alemanha também adotaram premiações semelhantes. A Química Verde pode ser definida como:

[...] o desenho, desenvolvimento e implementação de produtos químicos e processos para reduzir ou eliminar o uso ou geração de substâncias nocivas à saúde humana e ao ambiente. Este conceito, que pode também ser atribuído à tecnologia limpa, já é relativamente comum em aplicações industriais, especialmente em países com indústria química bastante desenvolvida e que apresentam controle rigoroso na emissão de poluentes e vem, gradativamente, sendo incorporado ao meio acadêmico, no ensino e pesquisa. (LENARDÃO *et al.*; 2002, p.124).

Não consta no PCN o tema Química Verde, porém a Educação Ambiental é bastante citada e conta como tema transversal nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio de 2006.

Por fim, os temas trabalhados foram escolhidos de forma que pudessem ir de encontro com os conteúdos programáticos do planejamento anual.

3.1.3 Projeto desenvolvido

Nos dois primeiros bimestres do ano de 2012, os alunos do primeiro ano do Ensino Médio estudaram os seguintes conteúdos:

- Introdução ao estudo da química,
- A matéria e as suas transformações,

- Estados de agregação da matéria,
- Propriedades da matéria,
- Métodos de separação de misturas,
- Modelo atômico de Dalton,
- Notação química e equações químicas,
- Balanceamento químico,
- Fórmulas químicas,
- Tipos de reações químicas,
- Unidade de massa atômica,
- Massa Molecular,
- Introdução à estequiometria.

Durante esses bimestres, nenhuma abordagem sociocientífica foi utilizada, apenas algumas contextualizações dos conteúdos nas aulas e nas avaliações. As aulas eram com pouca interação entre professor e alunos e a resolução de exercícios era o principal foco das aulas, já que nas avaliações os alunos eram requisitados a responderem questões de nível similar aos de vestibulares de universidades federais.

No segundo semestre, houve uma mudança no planejamento das aulas, de forma a contemplar a introdução de temas CTS. Foi escolhido o tema “Poluição Atmosférica” no estudo dos conteúdos de gases e o tema Química Verde para o conteúdo de cinética química. A sequência didática com enfoque CTS foi desenvolvida em 13 aulas, conforme Quadro 1 adiante.

A primeira aula foi a única em que todo o seu tempo (50 min) foi destinado ao tema sociocientífico, em que foi feita a leitura e discussão do texto sobre poluição atmosférica. A leitura dos textos tinha como principal objetivo proporcionar a turma um momento de reflexão e construção de conhecimento, por meio de uma discussão crítica sobre poluição atmosférica, bem como, a busca de soluções para a situação-problema apontada.

Nas aulas seguintes, parte do tempo foi destinada para a leitura de parte do texto, que foi previamente entregue para os alunos. Além dos textos, vídeos e notícias foram utilizados para trabalhar a abordagem temática.

A partir dos registros na narrativa de memória e do áudio das aulas foi possível perceber que houve uma crescente melhora na participação dos alunos nas aulas temáticas, aos poucos eles foram se sentindo mais à vontade e participando cada vez mais ativamente, expondo suas ideias,

ouvindo a opinião dos colegas e o mais interessante, ocorria a interação aluno-aluno e não somente a interação aluno-professor.

Quadro 2: Aulas ministradas

Aula	Temas / conteúdos / atividades abordadas
1	Poluição e tipos de poluição.
2	Correção dos exercícios passados para casa, grafitação, exemplos gases poluentes, problemas respiratórios causados pela poluição, dispersão dos gases.
3	<i>Smog</i> , leitura do texto, vídeo sobre <i>smog</i> , neblina.
4	Inversão térmica, densidade dos gases, equação de Clapeyron, hipótese de Avogadro.
5	Aula de exercícios sobre gases.
6	Névoa seca, exercícios sobre gases.
7	Prova simulado.
8	Efeito estufa e aquecimento global, controvérsia sobre o aquecimento global.
9	Prova.
10	Inspeção veicular dos catalisadores no DF, Cinética Química: rapidez de uma reação, Reação de combustão.
11	Reações de combustão, diferença entre rapidez e velocidade de uma reação, Como controlar o fogo (seca no DF), como evitar incêndios, tipos de incêndios. e teoria das colisões.
12	Fatores que aumentam a rapidez de uma reação.
13	Exercícios sobre cinética química.
14	Química Verde, gráficos de energia.
15	Discussão sobre produtos sustentáveis

Fonte: Diário escolar – 2012.

Além disso, foi perceptível que alguns alunos que nunca manifestaram interesse nas aulas, começaram a demonstrar interesse e participar mais ativamente das aulas de química durante as discussões dos textos, porém quando os exercícios sobre transformações gasosas eram retomados, esses alunos voltavam a ficar apáticos e chegavam a abaixar a cabeça em sala.

Percebeu-se ainda que houve uma maior interação entre a professora e os alunos. Apesar de as aulas serem preparadas com bastante antecedência, às vezes a discussão era levada para um ponto em que não havia sido planejado. Isso demonstra uma dificuldade do desenvolvimento de debates em sala de aula de temas CTS, o qual envolvem aspectos políticos, econômicos, éticos

dentre outros, os quais requerem conhecimentos específicos que nem sempre são do domínio do professor. De certa forma, essa foi uma dificuldade encontrada nas aulas de debate:

Os resultados do estudo parecem apontar para a ausência da compreensão do papel da CT na sociedade pelos professores; e destacam a necessidade de se aprofundarem investigações sobre concepções relativas à suposta neutralidade da CT, uma vez que contradições presentes no pensar dos professores podem dificultar uma compreensão mais crítica sobre as interações entre CTS. (FIRME e AMARAL, p.253, 2008).

Nesse sentido, vale destacar que, apesar de atuar com a turma desde o início do ano, esta foi à primeira vez que a discussão de temas foi uma prioridade nas aulas de Química. Foi necessário planejar aulas mais dinâmicas e dialógicas que buscassem levar o aluno a refletir sobre seu papel na sociedade. Essas aulas foram fundamentais para que pudesse refletir sobre o papel como profissional da educação, mostrando este vai muito além de transmitir o conteúdo estabelecido para as avaliações discentes.

A seguir são apresentados os planos de aulas de todas as aulas da sequência didática desenvolvida.

Aulas sobre poluição

I – Aula 1

Objetivos Gerais

-Promover a reflexão a respeito de ambiente deve ter como foco a sustentabilidade, pois, como espécie e como seres sócio-históricos, os humanos, muitas vezes, adotam comportamentos e atitudes que precisam ser reavaliados devido à repercussão que alcançam. Portanto, somente a viabilização de um desenvolvimento autossustentável, que considere a produção e o consumo, e que preserve a base ecológica e a justiça social, pode oferecer condições dignas para a vida. (Objeto de conhecimento 6-PAS-2012).

Objetivos específicos

- Analisar o conhecimento prévio sobre poluição e aquecimento global.
- Relacionar o texto com as propriedades dos gases.
- Compreender os processos físicos e químicos envolvidos no efeito estufa e na destruição da camada de ozônio.

O primeiro texto lido e discutido (anexo 2) abordava o conceito de poluição, este foi destrinchado ao máximo pelos alunos até chegar a definição dada na leitura. Os alunos manifestaram bastante interesse em discutir sobre o tema pichação e poluição visual e colocaram em questão a prática de alguns grafiteiros para expor opiniões por meio de desenhos. Muitas turmas colocaram em questão o vandalismo, citando a importância de se preservar os bens e os patrimônios públicos.

A leitura do texto “Poluição Atmosférica e Aquecimento Global” (SANTOS *et al*, 2011) foi feita mediante a projeção no “Data Show”, deixando os alunos lerem em voz alta os parágrafos do texto sendo que o texto digitalizado foi enviado para os alunos fazerem a impressão.

Fez-se a leitura até a página 122 e colocou-se a seguinte questão que está proposta no texto: a prática de grafiteagem e de pichação é considerada crime pelo Código Penal brasileiro. Há, no entanto, estudiosos que veem as pichações e grafiteagens como formas de manifestações culturais. E você, o que pensa a respeito? Por que essa prática leva à poluição visual? Após a discussão dessa pergunta, demos continuidade na leitura do texto.

A participação da turma foi intensa quando se falou sobre pichação e grafiteagem muitos alunos comentaram que se a pichação pode manifestar alguns interesses importantes da sociedade.

Na tentativa que os alunos construíssem coletivamente falamos sobre a interferência na natureza, o equilíbrio e o excesso de substâncias ou materiais no meio-ambiente. Assim foi pedido que copiassem no caderno a definição dada por Santos *et al.*, 2011:

Poluição pode ser vista também como qualquer atividade que prejudique à saúde, à segurança e o bem estar da população, que crie condições adversas para atividades sociais e econômicas, ou ainda que cause degradação ao meio ambiente. A poluição química provocada por substância ou materiais que prejudiquem a natureza, é um bom exemplo: ela pode afetar o ar, as águas e o solo (SANTOS *et al.*, 2011, p.122).

Solicitou-se que os alunos respondessem em casa as questões do “Pense, debata e entenda” do texto estudado e que me mostrassem a tarefa feita na próxima aula.

Recursos didáticos

- Texto do livro Química Cidadã.
- Discussão em sala.
- Data Show.

-Quadro-negro para anotações.

II – Aula 2

Objetivos específicos

- Falar sobre a poluição atmosférica no Distrito Federal.
- Reconhecer os gases poluentes presentes no cotidiano bem como os danos causados na saúde quando em contato com eles.
- Relacionar a massa molecular com a dispersão dos gases.

Estratégias

A aula iniciou-se com a correção da tarefa de casa em que as três primeiras perguntas do texto foram discutidas. As duas primeiras perguntas não foram muito questionadas, já que o tema pichação e poluição foram discutidos na aula anterior. Na questão 3 que falava sobre a altura dos telhados os alunos citaram a rodoviária de Brasília, como exemplo. Coloquei então uma notícia de revista que relatava a relação de gases poluentes com prejuízos na saúde humana.

Em seguida, colocou-se um vídeo feito por uma universidade que mencionava os danos causados na saúde quando em contato com gases poluentes.

Retomou-se a leitura do texto e discutiu-se sobre os gases poluentes mencionados: monóxido de carbono, óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio, hidrocarbonetos e macromoléculas. Complementei a lista com dados sobre o gás metano.

Perguntou-se para os alunos qual desses gases seria mais poluente e questionei sobre a dispersão deles. Assim, a relação massa molecular e dispersão gasosa foi introduzida aos alunos encerrando a aula com exercícios sobre essa questão.

Recursos didáticos

- Texto do livro Química Cidadã.
- Discussão em sala.
- Data Show.
- Vídeo.
- Quadro-negro para anotações.

Na segunda aula ao passar o vídeo sobre problemas respiratórios ocasionados pela poluição atmosférica seguido da notícia dos altos índices de poluição no Distrito Federal, muitos alunos então citaram o período da seca como um fator determinante para aumentar a poluição.

Nesse sentido, na unidade de Taguatinga Sul, em que há um grande número de alunos que moram na região de Águas Claras, sinalizou-se a poluição ocasionada pela não dispersão dos gases devido à grande quantidade de prédios altos bem como a falta de arborização na cidade. Para os alunos da unidade da Asa Norte, um exemplo recorrente foi a rodoviária do Plano Piloto, que concentra uma grande quantidade de poluentes.

III – Aula 3

Objetivos específicos

- Analisar o fenômeno *smog*.
- Diferenciar *smog* e neblina.
- Equação de transformações gasosas.

Estratégias

Iniciou-se a aula com a leitura da terceira parte do texto que fala sobre o histórico da poluição atmosférica, fazendo referência à Revolução Industrial. Coloquei as seguintes perguntas no quadro:

- Quando começou a poluição atmosférica?
- O que agravou ainda mais o desequilíbrio causado na atmosfera?
- O que as alterações climáticas podem causar?
- Já existiram catástrofes no planeta Terra?
- O que aconteceu no início do século XX que deu início a grandes mudanças climáticas?

Ao longo da leitura do texto os alunos foram respondendo os questionamentos.

Perguntou-se aos alunos se eles sabiam o que era *smog* e em seguida solicitou-se que eles analisassem a imagem do livro que mostrava esse fenômeno.

Fez-se a leitura do texto e assistimos um trecho de um documentário internacional que citava o *smog* na Inglaterra em 1972 e diferenciamos esse fenômeno da neblina.

Encerrou-se a aula com exercícios sobre transformações gasosas e solicitou-se como tarefa de casa que respondessem a questão do texto que pedia para explicar o que seria a inversão térmica.

Recursos didáticos

- Texto do livro Química Cidadã.
- Discussão em sala.
- Data Show
- Quadro-negro para anotações.
- Vídeo.

Ao falar sobre *smog*, muitos demonstraram não conhecer esse fenômeno e foram levados a discutir mais sobre o tema bem como diferenciá-lo de inversão térmica e névoa seca.

Como o tema névoa seca é bastante destacado no Distrito Federal, achou-se importante dar uma ênfase nesse tópico, porém há pouca coisa registrada na literatura sobre esse fenômeno que é tão recorrente na região.

IV – Aula 4

Objetivos específicos

- Reconhecer o fenômeno da Inversão Térmica.
- Relacionar a inversão térmica com a densidade dos gases.
- Introdução à equação de Clapeyron.

Estratégias

Iniciou-se a aula com uma notícia de uma revista nacional:

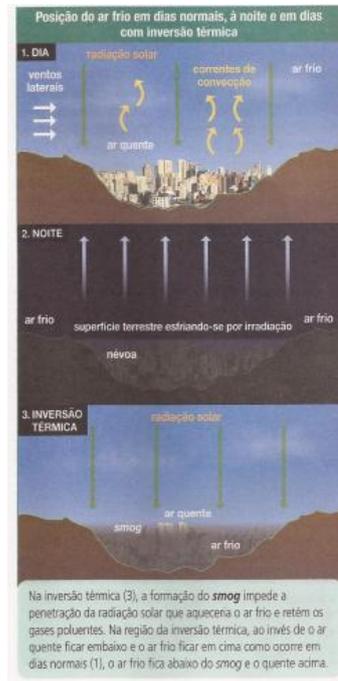
Doenças respiratórias e alergias ocorrem com maior frequência em dias de inversão térmica. Crianças e idosos devem dobrar os cuidados. Neste mês, a cidade de São Paulo registrou vários dias de inversão térmica. Nesse período, há muita nebulosidade nas primeiras horas da manhã, aquecimento ao meio-dia e queda brusca de temperatura ao final da tarde. (Revista época, junho de 2003).

Colocou-se no quadro a seguinte informação:

“O *smog* piora com a inversão térmica”

Foi pedido para os alunos responderem a questão explicando o que seria o fenômeno da inversão térmica e analisou-se a imagem (vide figura 6).

Analisando esse fenômeno, fez-se a relação com a temperatura e a densidade dos gases, levando em consideração a energia cinética dos gases. Vários outros exemplos sobre essa relação foram citados durante a aula.

Figura 6: Inversão Térmica

Fonte: Santos *et al.*, 2011.

Foram feitos exercícios sobre densidade dos gases e encerramos a aula com a dedução da fórmula de Clapeyron a partir da equação geral dos gases.

Os alunos tiveram como tarefa de casa uma lista de exercício.

Recursos didáticos

- Texto do livro Química Cidadã.
- Discussão em sala.
- Data Show.
- Quadro-negro para anotações.
- Resolução de exercícios.

V – Aula 5

Objetivos específicos

- Introdução à equação de Clapeyron.
- Exercícios.

Estratégias

Foram feitos exercícios sobre densidade dos gases e encerramos a aula com a dedução da fórmula de Clapeyron a partir da equação geral dos gases, sempre retomando nos exercícios as questões relacionadas à poluição atmosférica e aos problemas ambientais. Os alunos tiveram como tarefa de casa uma lista de exercício.

Recursos didáticos

- Discussão em sala.
- Data Show.
- Quadro-negro para anotações.
- Resolução de exercícios.

VI – Aula 6

Objetivos específicos

- Reconhecer o fenômeno da névoa seca.
- Exercícios.

Estratégias

Iniciei a aula perguntando se eles sabiam o que era névoa seca.

Fizemos a leitura no texto na parte relacionada com a névoa seca e retomamos alguns exemplos de danos causados à saúde. Ao discutir sobre inversão térmica, os alunos participaram bastante, pois o assunto já havia sido estudado nas aulas de geografia junto com o aquecimento global e efeito estufa. Foi dada uma grande ênfase aos fenômenos químicos e físicos envolvidos nesse processo.

Devido à proximidade da aula, encerrou-se com a resolução de mais exercícios.

Recursos didáticos

- Texto do livro Química Cidadã
- Discussão em sala
- Data Show
- Quadro negro para anotações
- Resolução de exercícios

VII – Aula 7

Aplicação de prova “Simulado”.

VIII – Aula 8

Objetivos específicos

- Discutir sobre o efeito estufa.
- Discutir sobre o aquecimento global.
- Conhecer a controvérsia acerca do tema aquecimento global.
- Tirar dúvidas para a prova.

Estratégias

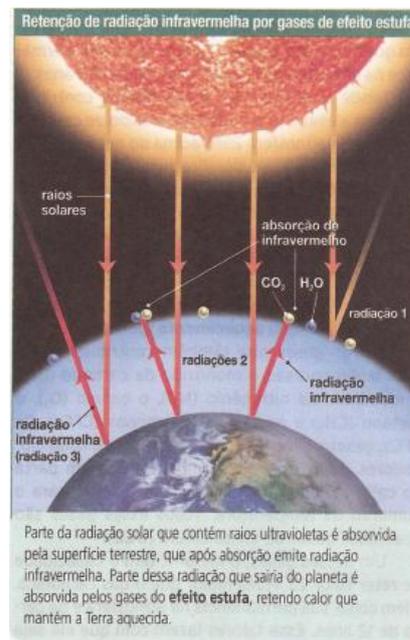
Iniciou-se a aula conduzindo a leitura sobre aquecimento global e efeito estufa.

Foi usada a imagem sobre o aquecimento global para explicar os fenômenos químicos e físicos envolvidos no processo (vide figura 7).

Passou-se um vídeo de um climatólogo brasileiro em uma entrevista sobre a perspectiva da não relação humana com o aquecimento global. Iniciamos uma discussão acerca do tema.

Nos minutos finais da aula, algumas dúvidas foram tiradas sobre os exercícios da lista sobre gases.

Figura 7: Aquecimento Global e Efeito Estufa



Fonte: Santos *et al.*, 2011.

Recursos didáticos

- Texto do livro Química Cidadã.
- Discussão em sala.
- Data Show.
- Quadro-negro para anotações.
- Resolução de exercícios.

No entanto, o vídeo sobre a controvérsia sobre o aquecimento global levou a uma grande participação dos alunos, que se dividiram ao manifestarem opiniões diferentes sobre o assunto. Essa foi uma das aulas em que os alunos mais debateram, senti que o assunto não foi totalmente esgotado e que merecia um maior tempo de discussão.

*Aulas sobre cinética química e química verde***X – Aula 10***Objetivos específicos*

- Descrever uma reação de combustão.
- Reconhecer os fatores envolvidos na reação de combustão.
- Discutir sobre os gases poluentes provenientes das reações de combustão.
- Discutir sobre políticas públicas relacionadas à fiscalização da emissão de gases poluentes de veículos automotores.
- Diferenciar o termo velocidade de uma reação e sua rapidez.

Estratégias

Primeiramente, foi passado um vídeo de uma reportagem do jornal local que relatava os índices de poluição no Distrito Federal relacionados aos veículos automotores, bem como uma entrevista com um representante do governo comentando sobre o processo de fiscalização da emissão dos gases poluentes dos carros. Foi uma reportagem apresentada em 2009 e os alunos discutiram sobre a demora dos trâmites políticos para a implementação de um projeto, pois já havia se passado três anos e a fiscalização não foi iniciada.

Perguntou-se para os alunos qual o tipo de reação estava envolvida na produção dos gases poluentes emitidos pelos carros e descrevemos os fatores envolvidos em uma reação de combustão:

combustível, comburente, ignição, reação em cadeia, triângulo do fogo, quadrado do fogo e reação exotérmica.

Retomou-se também a ideia de vincular o efeito estufa e o aquecimento global com a emissão de gás carbônico e discutimos sobre os principais gases emitidos pelos carros bem como algumas estratégias para diminuir a emissão destes na atmosfera.

Recursos didáticos

- Vídeo.
- Discussão em sala.
- Data Show.
- Quadro-negro para anotações.

XI – Aula 11

Objetivos específicos

- Diferenciar o termo rapidez e velocidade de uma reação.
- Discutir sobre estratégias para controlar o fogo em incêndios usando as queimadas no período da seca no Distrito Federal, como exemplo.
- Reconhecer os tipos de extintores de incêndio disponíveis no mercado bem como o uso adequado de cada um.
- Explicar a teoria das colisões de uma reação química.

Estratégias

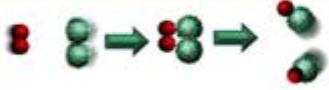
Falou-se da importância de reconhecer os fatores de uma reação de combustão bem como o uso de algumas estratégias para apagar um incêndio, pois conhecendo o processo de combustão é possível controlar o fogo de incêndios, reduzindo sua ocorrência e diminuindo seus danos.

Colocou-se uma imagem de vários eletrônicos ligados em uma mesma tomada e discutimos sobre os perigos relacionados a esse problema e questionei se poderíamos jogar água em um incêndio provocado por um curto circuito e a partir daí falamos sobre as estratégias para se apagar o fogo bem como o extintor mais adequado para cada situação.

Em seguida, questionaram-se quais são as condições para ter uma reação química e discutimos sobre a teoria das colisões de uma reação (vide figura 8). Explicou-se também que é

uma teoria e que os exemplos utilizados em que as substâncias são representadas por esferas são modelos utilizados para explicar o fenômeno.

Figura 8: Teoria das colisões

Orientações das colisões	Resultado
	Colisão não efetiva, não ocorre reação.
	Colisão não efetiva, não ocorre reação.
	Colisão pode ser efetiva e pode ocorrer reação.

Fonte: <www.brasile scola.com.br>.

Recursos didáticos

- Discussão em sala.
- Data Show.
- Quadro-negro para anotações.

Nas aulas sobre cinética química e química verde, os alunos demonstraram não ter tanto conhecimento prévio quanto o que eles apresentaram no tema sobre poluição atmosférica.

XII – Aula 12

Objetivos específicos

- Explicar os fatores que aumentam a rapidez de uma reação.

Estratégias

Tendo como referência o texto sobre cinética química do livro Química Cidadã (SANTOS *et al.*, 2011), preparou-se uma aula em *slides* para otimizar o tempo, pois faltavam poucos dias para o dia da avaliação.

Foram utilizados exemplos do cotidiano para explicar os fatores que aumentam a rapidez de uma reação química, e de maneira dialógica busquei a participação dos estudantes nas aulas.

Recursos didáticos

- Discussão em sala.

-Data Show.

-Quadro-negro para anotações.

Logo, sobre o tema incêndio veio à tona e os alunos participaram bastante na discussão sobre prevenção de incêndios, já que naquele momento a mídia expunha a notícia de dois incêndios ocorridos no Brasil: um em um depósito de papelão e outro na cidade do Rio de Janeiro em que várias obras de arte foram queimadas.

XIII – Aula 13

Objetivos específicos

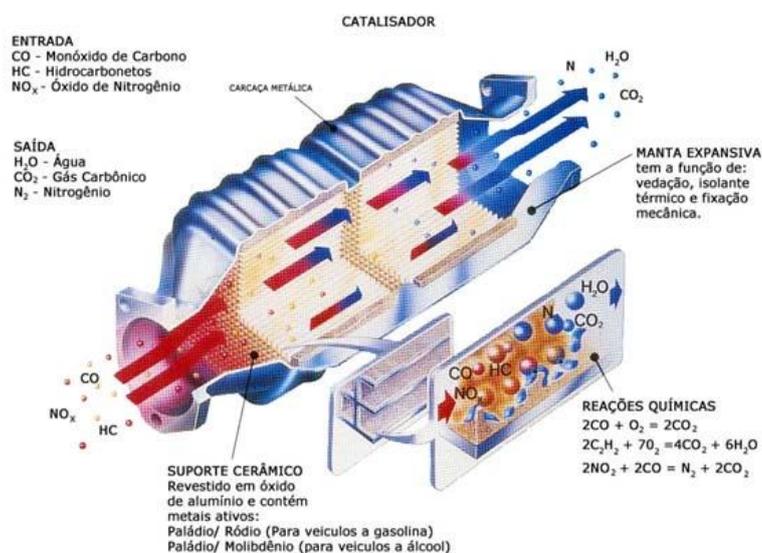
- Discutir sobre os fatores que aumentam a rapidez de uma reação.
- Resolução de exercícios.

Estratégias

Iniciou-se a aula retomando o conteúdo aprendido na última aula e passaram-se exercícios no quadro sobre os fatores que aumentam a rapidez de uma reação.

Explicou-se o conceito de um catalisador e utilizou-se uma figura de um catalisador automotivo (vide Figura 9) para explicar detalhadamente o seu funcionamento.

Figura 9: catalisador automotivo



Fonte: <www.oficinaecia.com.br>

Foram destinados alguns minutos para os alunos responderem sozinhos e no final da aula foi feita a correção dos exercícios.

Disponibilizou-se uma lista de exercícios complementando os estudos para a prova.

Recursos didáticos

- Discussão em sala.
- Quadro-negro para anotações.
- Lista de exercícios.

A princípio pensou-se que esse tema não fosse gerar participação da turma, porém ele foi além das expectativas docente, principalmente quando a inspeção dos catalisadores automotivos foi colocada em questão. Aspectos políticos e econômicos foram discutidos nesse ponto como a falta de fiscalização dos veículos que emitem bastantes gases poluentes.

XIV – Aula 14

Objetivos específicos

- Discutir os principais conceitos envolvidos na química verde.
- Estudo dos gráficos envolvidos na cinética química.

Estratégias

Iniciou-se a aula perguntando o que é química verde e fiz uma “tempestade de ideias” no quadro com as informações dadas pelos alunos. Muitos associaram previamente a Química Verde com a química das plantas ou fitoterapia.

Em seguida, fizemos a leitura do texto “Química verde: catalisando processos em favor do meio ambiente” (SANTOS *et al.*, 2011) e comentei sobre os 12 princípios da química verde.

Finalizou-se a aula explicando os gráficos de energia de uma reação química.

Foi passada como atividade de casa uma pesquisa para os alunos sobre materiais ou tecnologias sustentáveis.

Recursos didáticos

- Discussão em sala.
- Leitura do texto.
- Data show.

A aula sobre Química Verde foi uma das mais interessantes já que o evento da Rio + 20 estava presente naquele momento em todas as mídias e os alunos sinalizaram a importância de uma ação coletiva em busca da preservação do meio ambiente.

A princípio muitos alunos associaram a Química Verde como a “química das plantas” ou até com a fitoterapia e foi muito interessante fazer a leitura do texto (anexo 3) que se restringia apenas aos conceitos relacionados com a Química Verde levando os alunos citarem exemplos do cotidiano.

XV – Aula 15

Objetivos específicos

- Discutir os principais conceitos envolvidos na Química Verde.
- Comentar sobre os produtos sustentáveis disponíveis no mercado.
- Resolução da lista de exercícios.

Estratégias

Primeiramente, dividiu-se a sala em grupos de cinco alunos e solicitou-se que cada um comentasse sobre os produtos pesquisados e escolhesse o mais interessante para apresentar para toda a turma.

Assim, depois desse momento de interação com os colegas eles apresentaram um produto por grupo para toda a sala, discutimos sobre a importância dos produtos sustentáveis e comentamos um pouco sobre a produção de lixo no planeta.

Encerrou-se a aula corrigindo a lista de exercícios.

Recursos didáticos

- Discussão em sala.
- Lista de exercícios.
- Data show.

Por fim, a última aula da proposição foi destinada a uma discussão em grupo sobre os produtos sustentáveis em que os alunos pesquisaram em casa exemplos desses produtos e foram convidados a discutir primeiramente em grupo e em seguida expor para a sala os produtos mais interessantes que acharam na pesquisa.

3.2 Análise exploratória da sequência didática

A presente análise foi feita com base nos dados registrados na narrativa da memória, no áudio das aulas, na entrevista em grupo, nos relatos do bolsista da Universidade e nas reflexões feitas durante as leituras sobre CTS.

Santos e Schnetzler destacam:

[...] A inclusão dos temas sociais é recomendada por todos os artigos revisados, sendo justificada pelo fato de eles evidenciarem as inter-relações dos aspectos da ciência, tecnologia e sociedade e propiciarem condições para o desenvolvimento de atitudes de tomada de decisão dos alunos. (SANTOS; SCHNETZLER, 2003 p.74).

Conforme pode-se observar no Quadro 1 (vide pág. 60), a maioria das aulas teve enfoque CTS e foram levantados os seguintes pontos:

Problemas ambientais: na discussão sobre poluição e aquecimento global, queimadas, produtos sustentáveis e consumismo.

Conceitos Científicos: ao discutir os fenômenos relacionados ao efeito estufa e ao aquecimento global e também ao discutir os conceitos sobre cinética química em uma reação de combustão.

Relações Tecnológicas: na apresentação da pesquisa sobre produtos sustentáveis.

Tomada de decisão: na discussão sobre a importância do catalisador automotivo, sobre consumismo, produtos sustentáveis e na aula sobre como evitar incêndios.

A importância da discussão sobre os problemas ambientais são constantemente descritos na literatura CTS bem como as relações tecnológicas, conforme citam Santos e Mortimer (2000):

[...] Nesse sentido, entendemos que a educação tecnológica no ensino médio vai muito além do fornecimento de conhecimentos limitados de explicação técnica do funcionamento de determinados artefatos tecnológicos. Não se trata de simplesmente 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. Tais conhecimentos são importantes, mas uma educação que se limite ao uso de novas tecnologias e à compreensão de seu funcionamento é alienante, pois contribui para manter o processo de dominação do homem pelos ideais de lucro a qualquer preço, não contribuindo para a busca de um desenvolvimento sustentável. (p. 9).

[...] De uma forma geral, na perspectiva CTS, as propostas de ensino incluem uma abordagem de conceitos científicos articulados a questões tecnológicas e sociais,

buscando promover ampla discussão em sala de aula. Tais propostas emergem de um movimento em escala internacional que busca discutir, de forma crítica, as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade – o Movimento CTS. (FIRME e AMARAL, p.252, 2008)

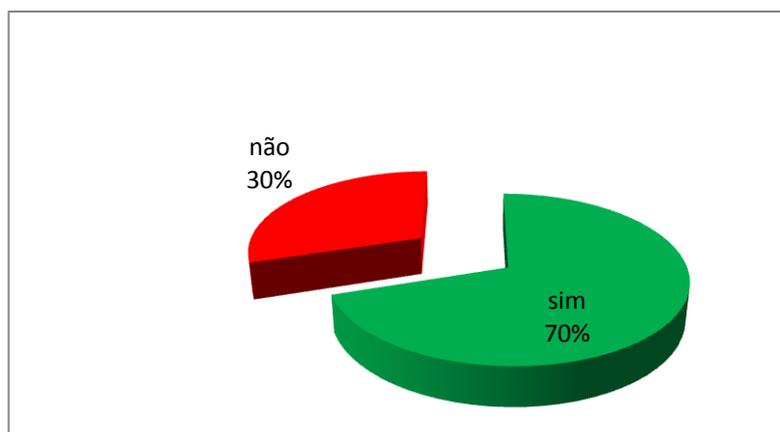
[...] Conforme discutem Santos e Schnetzler (1997), a educação para a cidadania não seria aquela que apresentaria já de pronto as soluções para os estudantes. Não se trata de fornecer a fórmula determinada da justiça, mas de apontar os critérios negativos do juízo, permitindo ao indivíduo que ele determine o que é inaceitável. A decisão, no entanto, é do indivíduo inserido no grupo. (SANTOS e MORTIMER, 2001. p.101.).

Os dados foram construídos a partir dos instrumentos que foram descritos anteriormente.

Ao final das aulas eram feitas anotações sobre as aulas, percepções dos alunos e relatos de fatos pertinentes que ocorreram e no final do dia esses dados eram complementados a análise do áudio dos alunos a fim de construir uma análise exploratória sobre as aulas desenvolvidas durante a abordagem temática.

Os dados obtidos demonstram que os alunos perceberam que a partir da aplicação do projeto, ocorreram mudanças nas aulas. Isto pode se constatado, por exemplo, na resposta da pergunta do questionário sobre percepção de mudanças nas aulas (vide Figura 10), em que a maioria (70%) indicou ter percebido mudanças.

Figura 10: Percepção dos alunos sobre mudança nas aulas



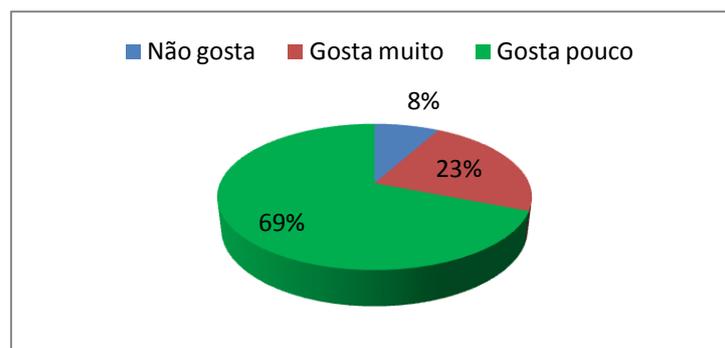
Fonte: Questionário de opinião.

Em uma avaliação realizada por uma empresa de consultoria educacional contratada pela escola, em que os alunos avaliavam aspectos docentes, foi relatado que durante aquele período de

aplicação do projeto as aulas estavam mais interessantes e que o professor buscou atualizá-las tentando obter uma maior aprendizagem dos alunos.

Segundo o questionário de opinião, estávamos em um contexto em que apenas 23% dos alunos gostavam muito de química (de 69 alunos), sendo que os outros gostavam um pouco ou não gostavam da disciplina (vide Figura 11).

Figura 11: Opinião dos os sobre a disciplina de química



Fonte: Questionário de opinião.

Foi possível observar pela análise da narrativa de memória, que alguns alunos que nunca participaram de forma ativa nas aulas de química, passaram a levantar questionamentos e responderam várias questões que eram levantadas durante a aula. Percebi também, que esses alunos, ao retomar os exercícios e conteúdo programático sobre gases, mudavam de expressão e mostraram que não tinham muito prazer em estudar a parte conteudista.

Apesar de a grande maioria gostar pelo menos um pouco de Química, poucos participaram das discussões feitas nas primeiras aulas, porém com o passar do tempo, percebi um maior envolvimento de toda a turma. Dados obtidos no diário de campo do bolsista também demonstram que muitos alunos participam das aulas.

Ao perguntar sobre o que eles acharam das aulas temáticas trabalhadas, a maioria citou que gostou muito das aulas e somente dois alunos citaram que nada foi acrescido. Somente 72% dos alunos que responderam o questionário de opinião relataram o que acharam sobre as aulas com enfoque CTS, pois essa pergunta era uma questão aberta do questionário.

Na entrevista foram obtidos dados semelhantes, pois foi perguntado sobre o que eles tinham estudado no bimestre e **73%** responderam tópicos relacionados aos aspectos **sociocientíficos**, **27%** reponderam relacionados aos **conteúdos químicos** (equação geral dos gases, transformações gasosas e densidade dos gases), ou seja, os temas foram primeiramente lembrados.

Os 73% que falaram sobre os temas sociocientíficos, mencionaram os seguintes temas:

- *Smog* (25 alunos).
- Névoa seca (20 alunos).
- Inversão térmica (17 alunos).
- Aquecimento global e efeito estufa (27 alunos).
- Gases relacionados aos problemas respiratórios (5 alunos).

Em relação às aulas de química com enfoque CTS, 53 alunos do total de 69 deram opiniões.

Sendo assim 77% dos alunos responderam ao que está na Tabela 2.

Tabela 1: Opinião dos alunos sobre poluição atmosfera e Química Verde

Sobre o tema poluição atmosférica e química verde	Quantidade de alunos
Deveria discutir mais	10
Gostei muito	9
Tema atual – vestibular	8
Mudança de opinião	3
Tema novo	2
Todas as aulas são boas	2
Assunto recorrente	1
Poderia fazer experimentos em laboratório	1
Propôs trabalhos em grupo	1

Fonte: Questionário de opinião.

Algumas falas me chamaram atenção quando eles foram questionados sobre as aulas de química:

[...] porque com as aulas pude saber melhor do que se trata e foi uma aula, que muitos deram opiniões e isso que se tornou interessante. (Aluno1 – questionário de opinião).

[...] acredito que as aulas de química são bastante dinâmicas e atuais. A cada aula a professora busca tratar de temas cotidianos para que facilite a compreensão e envolva mais os alunos em relação à química, para que esses percebam que química não são apenas cálculos estequiométricos, mas observando-se melhor, faz parte do cotidiano de cada um. Então, minha sugestão é para que as aulas apenas continuem assim. (Aluno 2 – questionário de opinião).

Outro dado relevante obtido no questionário de opinião é que 20% dos alunos gostaram muito da aula, sendo que 94% dos alunos (50 de 53 que responderam ao questionário) demonstraram aspectos positivos nas aulas.

Como o foco da instituição é o vestibular, oito alunos opinaram dizendo que o tema é importante já que é um assunto recorrente nesses exames e somente um aluno afirmou que esses temas são bastante discutidos por outras disciplinas.

Apenas dois alunos disseram que esses temas eram totalmente novos para eles e que essas aulas acrescentaram informações inéditas sobre o assunto.

Na narrativa da memória, diversas vezes mencionei que os alunos relatam que estava mais interessante estudar sobre coisas que eles têm mais contato do que coisas que eles acham que não são importantes para a vida deles, assim como citam Hofstein *et al.* (1988):

[...] CTS, significa o ensino do conteúdo de ciência no contexto autêntico do seu meio tecnológico e social. Os estudantes tendem a integrar a sua compreensão pessoal do mundo natural (conteúdo da ciência) com o mundo construído pelo homem (tecnologia) e o seu mundo social do seu dia a dia (sociedade). (p. 358).

Na entrevista obtivemos dados que apresentam indicadores sobre a aprendizagem dos alunos em relação aos temas abordados

Ao perguntar para os alunos: “O que vocês entenderam sobre aquecimento global?” na entrevista em grupo, foram obtidas as respostas apresentadas na tabela 3.

Tabela 2: Indicadores de compreensão sobre aquecimento global

Categorias de análise sobre compreensão a respeito do aquecimento global	Percentual de alunos
Relataram com clareza sobre as controvérsias acerca do aquecimento global.	45%
Responderam que o aquecimento global existe, mas não depende da ação humana.	27%
Explicaram com exatidão os processos químicos e físicos envolvidos no fenômeno.	51%

Fonte: Entrevista.

A análise da Tabela 3 indica que os alunos reconhecem que houve aprendizagem sobre tópicos explorados, mostrando que a abordagem temática é muito relevante para que o aluno obtenha aprendizagem.

Durante a entrevista, quando foi perguntado aos alunos sobre o que é *smog*, névoa seca e inversão térmica aproximadamente 55% respondem corretamente, sendo que 12 alunos citaram o *smog* de Londres em 1972. Esses dados apontam que a maioria dos estudantes soube explicar os fenômenos estudados, demonstrando que ocorreu aprendizagem.

Assim, sobre as notas nas avaliações observou-se os resultados da Tabela 4.

Tabela 3: Média das notas dos alunos

	1bim	2bim	3bim	4bim
Turmas com aulas enfoque CTS				
1º A TGS	6,1	7,5	6,1	6,4
1º B TGS	5,8	7,5	6,7	6,1
1º C TGS	5,8	6,7	6,3	5,3
1º D TGS	5,4	6,2	6,1	6,0
1º H TGS	6,0	6,4	6,5	6,9
1º A AN	6,9	7,8	6,6	6,2
1º B AN	6,7	6,8	6,9	5,9
Turmas sem aulas com enfoque CTS				
1º E TGS	5,4	7,2	6,3	5,3
1º F TGS	5,6	8,2	6,5	6,1

Fonte: Planilha de notas escolar – 2012.

Ao comparar as notas dos alunos (vide tabela 4) que tiveram aulas com enfoque CTS com as notas dos alunos que não participaram do projeto já que as aulas eram ministradas por outro professor, observou-se que a média de notas foi a mesma, visto que as provas eram as unificadas para os dois grupos de alunos.

Ao final da aplicação do projeto nas turmas do 1º ano, a proposta CTS continuou presente nas aulas do 4º bimestre, pois percebi que foi possível trabalhar com essa proposta sem me desvincular do conteúdo programático. Essa decisão foi reafirmada, principalmente, pelos comentários dos alunos indicando que gostariam que as aulas continuassem com os debates e questionamentos.

Sendo assim, surgiu um convite para que eu assumisse uma coordenação de área para trabalhar com os professores, dividindo minhas experiências e auxiliando nos planejamentos de aulas e na elaboração de avaliações. A princípio esse projeto será implementado no Ensino Fundamental II.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Aprender não é um ato findo. Aprender é um exercício constante de renovação.

Paulo Freire

O principal objetivo desta dissertação foi mostrar a possibilidade de engajar uma proposta didática com a inserção de atividades com enfoque CTS visto que tradicionalmente não trabalhava o contexto social da Ciência em minhas aulas, seja pelo objetivo principal da escola de capacitar os estudantes para realizar provas de vestibular, seja pela minha acomodação em ministrar aulas que buscassem apenas os conteúdos programáticos.

Ao finalizar a graduação adquiri bastante conhecimento sobre educação e principalmente sobre o enfoque CTS e vi na prática essa forma de trabalhar ciências muitas vezes barrada pelo conteúdo engessado, tempo limitado e muitas avaliações a serem aplicadas para os estudantes.

Percebo que havia sim nas minhas aulas uma leve tentativa de contextualizar o ensino de Química, utilizando exemplos do cotidiano, algumas vezes questionado os alunos sobre o papel deles na sociedade e poucas vezes, de maneira informal, discutindo sobre temas desconexos com os conteúdos.

Ao retomar os estudos no mestrado e principalmente nas leituras do meu referencial teórico, me senti desafiada a propor o enfoque CTS naquele contexto tão desfavorável em que eu estava inserida e a primeira barreira que eu precisava ultrapassar era a barreira da acomodação e acreditar sim, que o meu papel como educadora é muito mais amplo do que eu imaginava e que meu educando merece ter a possibilidade de lançar um novo olhar sobre o estudo de ciências, mais especificamente o estudo da Química.

Nesse sentido, ao iniciar a aplicação do meu projeto, uma outra barreira que surgiu no meu caminho foi inserir CTS no conteúdo naquele momento estabelecido pela escola, que era o estudo dos gases. O tema poluição atmosférica surgiu facilmente nesse caminho, mas como abordar esse tópico tão amplo sem deixar de trabalhar a equação geral dos gases, transformações gasosas,

conversão de unidades e dedução de fórmulas? Como falar de tomada de decisão se eu precisava habilitar meus alunos para responder questões do nível do PAS, ITA e IME?

Apesar de ter tido uma excelente orientação no meu planejamento da proposta didática e ter um material de apoio de qualidade, essa não foi uma tarefa fácil, pois intuitivamente surge o modo de primeiramente fazer a abordagem temática e em seguida fazer a abordagem do conteúdo, como se fossem duas coisas não interligadas. O meu desafio era também: buscar a integração da abordagem temática com o conteúdo programático simultaneamente.

Então depois de incansáveis leituras, consegui fazer algumas inter-relações que me deixaram bastante satisfeita: falar dos gases que prejudicam o meio ambiente e através da massa molecular de cada um inserir o conteúdo de difusão dos gases, falar da propriedade de dispersão dos gases utilizando o fenômeno do *smog*, explicar a densidade dos gases utilizando o exemplo da inversão térmica e ainda falar de aquecimento global mostrando que existem outras linhas de pensamentos e estudos sobre o tema.

Confesso que existiram momentos em que eu não conseguia fazer a relação conteúdo-tema, mas não deixei de trabalhar nenhum dos dois, e acredito que com o passar do tempo e aprimorando a minha experiência em trabalhar dessa maneira, eu terei uma maior facilidade em executar essa tarefa que não é fácil.

Outra barreira foi fazer com que essas aulas fossem interessantes para meus alunos, do que adianta o professor ter muita expectativa e o aluno não encontrar motivação para estudar ciências?

Não posso afirmar que as minhas aulas conseguiram atingir todos os alunos e que eu fiz com que eles tivessem um posicionamento sobre os temas estudados, mas posso afirmar que inseri aulas mais dialógicas, dei a possibilidade para eles debaterem, refletissem e formassem uma opinião e foi muito gratificante observar meus diferentes tipos de educandos, que preciso valorizar aquele que não é bom com cálculos, fórmulas, transformação de unidades, mas que sabe discutir, se posicionar e questionar os assuntos abordados.

A análise exploratória dos dados apontam indicadores que para os alunos o estudo dos temas foi importante e significativo, o que demonstra que é viável trabalhar com temas mesmo em um contexto de escola particular voltada para a preparação dos alunos para ingressarem em universidades federais. Isso vem demonstrar que não há incompatibilidade em se adotar práticas voltadas para a cidadania, focando as inter-relações CTS com o ensino de conteúdos de ciência, como revelam muitos professores que não desejam introduzir um ensino mais contextualizado em suas aulas.

As aulas não fugiram do planejamento escolar e foi possível inserir o enfoque CTS nas aulas fazendo uma conexão com o conteúdo estabelecido pela escola e destinando parte da aula para a abordagem temática. Nesse sentido, ao comparar as notas dos alunos que tiveram essa experiência, percebeu-se que não houve prejuízo no rendimento avaliativo, já que as médias das notas foram bem similares as do grupo de alunos que não participaram da proposta didática.

Ao fazer a análise exploratória, percebi que é possível fazer a inserção do enfoque CTS nas aulas de Química utilizando diferentes temas, fazendo com que os aspectos sociocientíficos sejam discutidos na maioria das aulas de Ciências.

Nesse sentido, a elaboração da minha proposição didática busca auxiliar professores que trabalham em um contexto restrito, buscando principalmente momentos de reflexão e questionamentos com os alunos, sem fugir do conteúdo programático. Fica evidente que essa proposta deve sempre ser atualizada e preparada de acordo com o tempo destinado para o conteúdo.

Assim, acredito que a proposta didática apresentada ao final desta dissertação poderá ser útil para outros professores, mostrando-lhes como inserir aulas temáticas e promover a discussão nas aulas de Ciências.

Esta proposta foi desenvolvida a partir de minha experiência, mostrando os desafios de inserir o enfoque CTS em um contexto limitado, além de demonstrar a dinâmica de aulas que levantam questionamentos que muitas vezes o docente está despreparado para a condução desses debates.

Além disso, as aulas foram de grande importância para uma reflexão da minha docência, fazendo com que eu reconstruísse as minhas metodologias de ensino, levando-me a acreditar que o meu papel como educadora vai muito além da simples transmissão de conteúdos, visto que agora não consigo mais separar o enfoque CTS das minhas aulas de Química. Enfim, esse resgate de acreditar que o ensino de Química é muito mais amplo do que o conteúdo programático e encerro as minhas considerações finais com minha epígrafe, que se tornou importante para mim, que me fez acreditar que o professor deve sim intervir nesse processo:

Só os seres que se tornaram éticos podem romper com a ética, sei que as coisas podem até piorar, mas sei também que é possível intervir para melhorá-las.

Paulo Freire

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIKENHEAD, G. S. *The Humanistic and Cultural Aspects of Science and Technology Science*. Poland, 2004.

ANGOTTI, J.A P; AUTH, M. A. *Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação*. *Ciência & Educação*, v.7, n.1, p.15-27, 2001.

ARAÚJO, U.F. *Temas Transversais e a Estratégia de Projetos*. São Paulo, Moderna, 2005.

AULER, D.. *Alfabetização Científico-Tecnológica: Um Novo Paradigma?* Ensaio, *Pesquisa em Educação em Ciência*, v.5, março, 2003.

AULER, D.; BAZZO, W. A. *Reflexões para a Implementação do Movimento CTS no Contexto Educacional Brasileiro*. *Ciência & Educação*, v.7, n.1, p.1-13, 2001.

AULER, D.. *Enfoque Ciência-Tecnologia e Sociedade: Pressupostos para o Contexto Brasileiro*. *Ciência & Ensino*, vol. 1, número especial, novembro de 2007.

AULER, D.; DELIZOICOV, D.. *Educação CTS: relação entre pressupostos do educador Paulo Freire e referenciais ligados ao movimento CTS*, 2006.

AULER, D.. *Novos caminhos para a educação CTS: ampliando a participação*. In: SANTOS, Wildson L. P. e AULER, D. (Orgs.). *CTS - Ciência e Educação Científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa*. Brasília, Editora UnB, 2011.

AVANZI. M. R. *Ecopedagogia*. In: LAYRARGUES, P P. (coord). *Identidade da Educação Ambiental Brasileira*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília 2004.

BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC, 2002.

BRASIL. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio*, Brasília, 2006.

CACHAPUZ, A. F. *Tecnociência, poder e democracia*. In: SANTOS, Wildson L. P. e AULER, Décio (Orgs.). *CTS - Ciência e Educação Científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa*. Brasília, Editora UnB, 2011.

CHALMERS A F. *O que é ciência afinal?* São Paulo. Brasiliense, 1993.

- DAGNINO, R; SILVA, R. B; PADOVANNI, N.. *Por que a educação em ciência, tecnologia e sociedade vem andando devagar?* . In: SANTOS, Wildson L. P. e AULER, Décio (Orgs.). CTS - Ciência e Educação Científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa. Brasília, Editora UnB, 2011.
- DEMO, P.. *Saber Pensar*. Aula Inaugural da Fiocruz, na Tenda de Ciência,p.103-125, 2004.
- DELIZOICOV, D. ANGOTTI, J. A. PERNAMBUCO, M. M. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2011.
- DRIVER, R ASOKO, H.; LEACH J.; MORTIMER, E.; SCOTT, P.. *Construindo o Conhecimento Científico na Sala de Aula* Química Nova na Escola, maio, n.9, p.31-40, 1999.
- FIRME, R. N; AMARAL, E. M R. *Concepções de professores de Química sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade e suas inter-relações: Um estudo preliminar para o desenvolvimento de abordagens CTS em sala em de aula*. Ciência & Educação , v. 14, n. 2, p. 251-269, 2008.
- FOUREZ, G. *A construção das ciências*. São Paulo: Editora da Unesp, 1995
- FREIRE, P. *Pedagogia da Indignação: cartas pedagógicas e outros escritos*.São Paulo: UNESP, 2000.
- FREIRE, P. *Pedagogia da Autonomia*. 31 ed. São Paulo: Paz e Terra, 2005.
- LENARDÃO, E. J; FREITAG, R. A, DABDOUB, M, J.SILVEIRA, Cláudio C. “Green Chemistry” – *Os 12 Princípios da Química Verde e Sua Inserção nas Atividades de ensino e Pesquisa*. Química. Nova, Vol. 26, No. 1, 123-129, 2003
- MILLAR, R.. *Um Currículo de Ciências Voltado para a Compreensão de todos*. Ensaio vol 5, nº 2, outubro, 2003.
- NOGUEIRA, N.B. *Pedagogia dos Projetos: Etapas, Papéis e Atores*. São Paulo, Érica, 2005.
- PENNA, Maria L. Fernando de Azevedo Massangana, Recife,2010.
- SANTOS, W. L. P. dos. *Aspectos Sociocientíficos em Aulas de Química*. Belo Horizonte, UFMG, 2002.
- SANTOS, W. L. P.dos. *Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios*. Revista Brasileira de Educação, v. 12, n. 36, p. 474-492, 2007.
- SANTOS, W.L. P. *Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS*. Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 1, n. 1, p. 109-131, 2008.
- SANTOS, W. L. P. *Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações*. Investigações em Ensino de Ciências, v. 14, n. 2, p. 191-218, 2009.

SANTOS, Wildson L. P. *Significado da educação científica com enfoque CTS*. In: SANTOS, Wildson L P e AULER, Décio (Orgs). *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa*. Brasília, Editora UnB, 2011. p. 21-48.

SANTOS, W. L.P. dos; GALIAZZI, M. do.; PINHEIRO JÚNIOR, Edi Morales; SOUZA, M. L. de; PORTUGAL, S. O enfoque CTS e a educação ambiental. In: SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MALDANER; Otavio Aloisio. (Orgs.). *Ensino de Química em foco*. Ijuí-RS: Editora Unijuí, 2010, p. 131-157.

SANTOS, W. L. P. dos; SCHNETZLER, R.P. *Educação em química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: Editora da Unijuí, 1997.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P.. *Educação em química: compromisso com a cidadania*. 4 ed. Ijuí: Editora da Unijuí, 2010.

SANTOS, Wildson, MÓL, Gerson (coords) MATSUNAGA, Roseli T ; DIB, Siland M F; CASTRO, Eliane N F; SILVA, Gentil de S; SANTOS, Sandra M O; FARIAS, Salvia B. *Química & Sociedade*. São Paulo. Editora Nova Geração, v. 1, 2005.

SANTOS, Wildson, MÓL, Gerson (coords) MATSUNAGA, Roseli T ; DIB, Siland M F; CASTRO, Eliane N F; SILVA, Gentil de S; SANTOS, Sandra M O; FARIAS, Salvia B. *Química Cidadã*. São Paulo. Editora Nova Geração, v. 1, 2010.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. *Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira*. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, v. 2, n. 2, p. 133-162, 2000.

SANTOS, Wildson L.P; MORTIMER, Eduardo. F. *Tomada de Decisão para a Ação Social Responsável no Ensino de Ciências*. Ciência e Educação. v.7, n.1. p.95-111, 2001.

SANTOS, Wildson L. P. GALIAZZI, Maria do C. Júnior, Edi M. P. SOUZA, Moacir, L. PORTUGAL, Simone. *O Enfoque CTS e a Educação Ambiental: Possibilidade de “Ambientalização” da Sala de Aula de Ciências*. In SANTOS, Wildson L.P e MALDANER, Otavio L.(orgs). *Ensino de Química em Foco*. Unijuí, Ijuí, 2010.

SNOW, C. P tradução de Geraldo Gerson de Souza e Renato de Azevedo Rezende Neto. *As duas culturas e uma segunda leitura: uma versão ampliada das duas culturas e a revolução científica*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1995.

TEIXEIRA, Paulo M, M A. *Educação Científica sob a Perspectiva da Pedagogia Histórico-Crítica e do Movimento CTS no Ensino de Ciências*. Ciência & Educação, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003.

VAITSMAN, Elnice P.; VAITSMAN, Delmo S. *Química & Meio Ambiente: ensino contextualizado*. Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2006.

VIEIRA, Celina T; VIEIRA, Rui M. *Construção de Práticas Didáticos-Pedagógicas com Orientação CTS: Impacto de um Programa de Formação Continuada de Professores de Ciências do Ensino Básico*. *Ciência & Educação*, v. 11, n. 2, p. 191-211, 2005.

VOGT, Carlos. *A espiral da cultura científica*. *Com Ciência*, número 45, julho 2003.

APÊNDICES

APÊNDICE 1
ROTEIRO DA ENTREVISTA

- 1- O que vocês estudaram nas aulas de Química durante os últimos bimestres?
- 2- O que vocês mais gostaram nas aulas de química?
- 3- O que vocês estudaram nas aulas de química sobre o assunto de gases(agosto/setembro)?
- 4- O que vocês estudaram sobre cinética e química verde?
- 5- O que vocês acham que o estudo sobre o conteúdo gases dado pela professora possa contribuir para a vida de vocês? Por quê?
- 6- O que vocês entenderam sobre aquecimento global? Explique como ele acontece. (será que eles são capazes de explicar o processo físico)
- 7- Quais são os impactos que isso vai provocar no nosso planeta?
- 8- O que é *smog*? O que é a névoa seca? Inversão térmica?
- 9- O que você pode fazer para diminuir o a poluição atmosférica?
- 10- Vocês tiveram alguma mudança no cotidiano, opinião, mudou, depois de terem aquelas aulas sobre gases, cinética, química verde? Alguma ação...

APÊNDICE 2

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, abaixo identificado(a), concedo a permissão para que meu filho(a) _____

_____ participe da Pesquisa intitulada **Abordagem de Aspectos Sociocientíficos em Aulas de Ciências** a ser desenvolvido na escola _____ durante o ano de 2012.

Estou ciente que, de maneira geral, a pesquisa objetiva identificar e analisar estratégias adotadas por professores na abordagem de aspectos sociocientíficos no ensino de ciências por meio de análise dos diálogos que ocorrem entre professores e alunos em aulas de ciências. E que a coleta de dados será feita em três momentos distintos: 1) coleta do áudio de algumas aulas; 2) entrevistas com alunos e professores e 3) questionários para os alunos e professores envolvidos como sujeitos da pesquisa proposta.

- **Participação no estudo:** Estou ciente de que o procedimento de pesquisa irá coletar dados do(a) meu (minha) filho(a) sob a forma de entrevistas, testes, gravação em áudio, observações de atividades de sala de aula . O nome de meu (minha) filho(a) não será mencionado em nenhum documento derivado de seu estudo e será substituído por um pseudônimo. Estou ciente que os resultados deste estudo servirão para apresentação de trabalhos que poderão ser publicados em revista científica especializada e usados para apresentações em conferências profissionais e acadêmicas e que os mesmos contribuirão para a ampliação e aprofundamento do debate educacional, envolvendo escolas, pais, governos e sociedade.
- **Não participação no estudo:** Estou ciente de que tenho o direito de fazer qualquer questionamento ou expressar qualquer comentário referente à participação de meu filho(a) neste estudo. Também estou ciente de que eu tenho o direito de vetar a participação do mesmo a qualquer momento e que nenhuma pergunta me será feita e meu filho não sofrerá nenhum inconveniente por isto.

Brasília, [dia] de [mês] de [ano].

Assinatura do pai, mãe ou responsável

Nome impresso do pai, mãe ou responsável

Nome impresso do(a) aluno(a)

APÊNDICE 3
QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO

1- Qual a unidade em que você estuda?

- A- Asa Norte
- B- Taguatinga Sul

2- Onde cursou o Ensino Fundamental?

- A- Todo em escola pública
- B- Todo em escola particular
- C- A maior parte em escola pública
- D- A maior parte em escola particular

3- Você gosta da disciplina Química?

- A- Não gosto de Química
- B- Gosto um pouco
- C- Gosto muito

4- Você percebeu alguma diferença entre aulas de Química do 1o semestre e do 2o semestre?

- A- Sim
- B- Não

5- O que você achou sobre as aulas sobre poluição atmosférica e química verde?

6- Qual temática chamou mais a sua atenção?

- A- Poluição Atmosférica
- B- Cinética e Química Verde

7- Qual a importância do estudo dessas temáticas nas aulas de química?

- A- Não é importante
- B- É importante já que é cobrado nos vestibulares, PAS e Enem.
- C- É importante para adquirir conhecimento científico acerca dos temas

8- Apresente alguma sugestão (tema) que poderia ser abordado nas aulas de química.

APÊNCIDE 4
CARTA DESTINADA ÀS DIRETORAS

Brasília, 21 de agosto de 2012.

Ilma. Sra. Profa.

Diretora do Colégio

Prezada Diretora,

Solicito autorização para o aluno.....matr., regularmente matriculado no curso de licenciatura em Química da UnB a assistir aulas de turmas da primeira série da Profa. de Química Ana Karoline Maia da Silva.

O aluno além de observar as aulas da Profa. Ana Karoline vai entrevistar grupos de estudantes para fins de coleta de dados de uma pesquisa que estamos realizando na universidade e se for autorizado gravará em vídeo, algumas aulas.

Para desenvolvimento da pesquisa, será solicitada a todas as pessoas envolvidas a assinatura do termo de consentimento. O trabalho será conduzido em sala de aula, de maneira a não interferir no processo de ensino-aprendizagem dos alunos e dentro da ética de uma pesquisa educacional. É assegurado que o nome dos alunos será substituído por um pseudônimo e nem a identidade dos mesmos e, nem a da escola será mencionada em nenhum documento derivado desta pesquisa. Os resultados da pesquisa serão fornecidos para os professores envolvidos e para a escola, buscando-se contribuir para a melhora do processo educacional. As gravações serão conduzidas com planejamento prévio com o professor de modo a não prejudicar a programação pedagógica da escola. Os dados gerados poderão ser usados para possíveis publicações em revistas científicas especializadas e apresentações em conferências profissionais e acadêmicas.

Agradeço antecipadamente a atenção dispensada.

Atenciosamente,

Prof. Wildson Luiz Pereira dos Santos
Professor do Instituto de Química – UnB, matr. 859184

APÊNDICE 5

QUESTÕES DE PROVA

“A poluição atmosférica teve início com a Revolução Industrial. Nos primórdios da industrialização, o produto lançado ao ar pelas chaminés das fábricas era símbolo de prosperidade, poder e progresso.”(Química Cidadã, 2011). Sobre a poluição atmosférica e os fenômenos químicos inseridos, julgue os itens abaixo.

1. (C)(E) Na inversão térmica, a formação do smog impede a penetração da radiação solar que aqueceria o ar frio e retém os gases poluentes. Quanto menor a temperatura dos gases, menor a sua expansibilidade.
2. (C)(E) A névoa seca é similar ao smog, porém a concentração de vapores de água é menor. Ambos são ocasionados pela grande quantidade de gases poluentes na atmosfera, que ao diminuir a temperatura, ficam mais densos e tendem a descer.
3. (C)(E) Dentre os gases (GEE) responsáveis pelo aquecimento global, podemos citar os CFCs, ozônio, dióxido de carbono e metano. Sendo que o gás metano tem um potencial de aquecimento 23 vezes maior que o CO₂.
4. (C)(E) A neblina é um fenômeno natural resultante da condensação de vapor de água que fica suspenso na atmosfera. Quanto maior a umidade relativa do ar, maior a quantidade de neblina.
5. (C)(E) Parte da radiação solar que contém raios ultravioletas é absorvida pela superfície terrestre, que após absorção emite radiação infravermelha. Parte dessa radiação que sairia do planeta é absorvida pelos GEE, retendo calor e mantendo a Terra aquecida. Esse fenômeno é bastante prejudicial ao nosso planeta.

A Química Verde é definida pela IUPAC como: "*A invenção, desenvolvimento e aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias perigosas*". Nessa definição, o termo "*perigosas*" deve ser entendido como substâncias nocivas de algum modo à saúde humana ou ao meio ambiente

(<http://quimicaverde.iq.usp.br/>)

Sobre os princípios da Química Verde, marque a alternativa incorreta:

- A) A Química Verde surgiu da necessidade dos ambientalistas em criar produtos que gerem a menor quantidade de lixo e utilizem uma eficiência energética maior.
- B) A utilização de produtos descartáveis está de acordo com os princípios da Química Verde.
- C) O biodiesel pode ser considerado um produto verde, já que utiliza fonte de energia renovável.
- D) A maioria da população não utiliza produtos verdes já que eles possuem um preço mais elevado.
- E) A utilização de catalizadores é um dos princípios da Química Verde.

“Compreender passo a passo como ocorre uma reação química, embora não seja simples, é de extrema importância, para controle, por exemplo, da combustão” Química Cidadã, 2011. Assim, em que local os bombeiros terão maior dificuldade de combater um incêndio: num depósito de papel picado ou num depósito de fardos de papel? Justifique sua resposta.

APÊNDICE 6

PROPOSTA DE AÇÃO PROFISSIONAL

Estudo dos gases e a poluição atmosférica. Cinética Química e a Química Verde: Abordagens temáticas para o Ensino Médio.



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

Faculdade UnB Planaltina

Programa de Pós- Graduação em Ensino de Ciências

Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências

ESTUDO DOS GASES E A POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA. CINÉTICA QUÍMICA E A QUÍMICA VERDE: ABORDAGENS TEMÁTICAS PARA O ENSINO MÉDIO

Ana Karoline Maia da Silva

Proposta de ação profissional resultante da dissertação realizada sob a orientação do Prof. Dr. Wildson Luiz Pereira dos Santos e apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de Concentração “Ensino de Química”, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília.

Brasília – DF

Agosto – 2013

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	99
OBJETIVOS GERAIS	101
AULAS SOBRE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA	101
AULAS SOBRE CINÉTICA QUÍMICA	110

INTRODUÇÃO

No presente texto eu apresento o material pedagógico que eu desenvolvi durante o mestrado, onde foram trabalhados os temas poluição atmosférica e química verde na perspectiva CTS concomitantemente com os conteúdos propostos no bimestre escolar: estudo dos gases e cinética química.

Entendo que o material trabalhado servirá de exemplo para quem faz o mesmo trabalho no ensino de ciências e/ou química e que tenha o ambiente escolar com uma realidade similar a do local onde a proposta foi aplicada, podendo também ser aplicado em diversos âmbitos escolares como escolas públicas ou escolas particulares que não tem o vestibular como foco.

A proposta pedagógica originalmente foi aplicada para o seguimento do Ensino Médio, podendo ser estendido para o Ensino Fundamental II, mais especificamente para o nono ano.

Fica claro que sugestões podem enriquecer o material elaborado e que as notícias de revistas e sites inseridas no planejamento devem ser revisadas e atualizadas.

A princípio trabalhei o estudo dos gases nas aulas e inseri o enfoque CTS em todas elas, porém diante da minha realidade não pude disponibilizar os 50 minutos para essa proposição e gradativamente trabalhei o conteúdo a ser ministrado. Então eu diversifiquei as atividades e disponibilizei cerca de 20 minutos por aula para o enfoque CTS e não desviei do planejamento propostos pelos colegas professores de Química da instituição.

Utilizei principalmente os textos encontrados nos Temas em Focos do livro Química Cidadã na tentativa de fazer com que os alunos tenham conhecimento de temas sociais, ambientais e abordagem do conteúdo de Química de uma forma contextualizada. Incorporei também uma notícia ou dado sobre poluição ambiental em todas as aulas, onde posteriormente a reportagem será postada na íntegra no blog que utilizo.

Foram seis aulas abordando o tema “Poluição Atmosférica” e em seguida mais seis aulas sobre Cinética Química e Química Verde sendo que em todas as aulas ou em apenas parte delas foi dedicada ao ensino CTS como demonstra o planejamento a seguir:

PROPOSTA PEDAGÓGICA

Estudo dos Gases e a poluição atmosférica
Cinética Química e Química verde
Uma abordagem temática



Professora Ana Karoline Maia da Silva

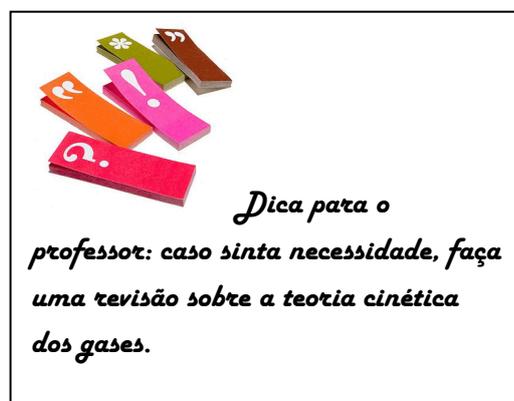
karoline.quimica@gmail.com

Objetivos Gerais

Promover a reflexão a respeito de ambiente deve ter como foco a sustentabilidade, pois, como espécie e como seres sócio-históricos, os humanos, muitas vezes, adotam comportamentos e atitudes que precisam ser reavaliados devido à repercussão que alcançam. Portanto, somente a viabilização de um desenvolvimento autossustentável, que considere a produção e o consumo, e que preserve a base ecológica e a justiça social, pode oferecer condições dignas para a vida. (Objeto de conhecimento 6- PAS- 2012)

Aulas sobre poluição atmosférica

I - Aula 1



Objetivos específicos

- Analisar o conhecimento prévio sobre poluição e aquecimento global
- Relacionar o texto com as propriedades dos gases
- Compreender os processos físicos e químicos envolvidos no efeito estufa e na destruição da camada de ozônio

Estratégias

Iniciei a aula perguntando aos alunos sobre o que eles entendiam por poluição atmosférica. Incentivei a participação deles na discussão.

Coloquei a seguinte notícia para um momento de reflexão:

Estudo dos gases

Notícia 1

“ IBGE mostra que DF tem ar com maior concentração de poluentes do país. Capital tem índices acima do registrado em São Paulo. Explicação para o problema está na soma de três fatores: clima seco, queimadas e expansão urbana. “ Correio Braziliense, 3/9/2010



Em seguida conduzi a leitura do texto “Poluição Atmosférica e Aquecimento Global” (SANTOS et al, 2011), projetando no “Data Show “, deixando os alunos lerem em voz alta os parágrafos do texto sendo que o texto digitalizado foi enviado para os alunos fazerem a impressão.

Fizemos a leitura até a página 122 e coloquei a seguinte questão que está proposta no texto: **“a prática de grafiteagem e de pichação é considerada crime pelo Código Penal brasileiro. Há, no entanto, estudiosos que veem as pichações e grafitagens como formas de manifestações culturais. E você, o que pensa a respeito? Por que essa prática leva à poluição visual?”**

Após a discussão dessa pergunta, demos continuidade na leitura do texto, de forma com que os alunos construíssem coletivamente e falamos sobre a interferência na natureza, o equilíbrio e o excesso de substâncias ou materiais no meio- ambiente. Assim pedi que copiassem no caderno a definição dada por SANTOS et al, 2011:

Poluição pode ser vista também como qualquer atividade que prejudique à saúde, à segurança e o bem estar da população, que crie condições adversas para atividades sociais e econômicas, ou ainda que cause degradação ao meio ambiente. A

poluição química provocada por substância ou materiais que prejudiquem a natureza, é um bom exemplo: ela pode afetar o ar, as águas e o solo (SANTOS et al, 2011, p.122))

Solicitei que os alunos respondessem em casa as em casa as questões do “Pense, debata e entenda” do texto estudado e que me mostrassem a tarefa feita na próxima aula.

Recursos didáticos

- Texto do livro Química Cidadã
- Discussão em sala
- Data Show
- Quadro negro para anotações

II – Aula 2

Objetivos específicos

- Falar sobre a poluição atmosférica no Distrito Federal
- Reconhecer os gases poluentes presentes no cotidiano bem como os danos causados na saúde quando em contato com eles.
- Relacionar a massa molecular com a dispersão dos gases

Estratégias

Iniciamos a aula com a correção da tarefa de casa em que as três primeiras perguntas do texto foram discutidas.

Figura 5: Questões discutidas

PENSE, DEBATA E ENTENDA **Atenção!**
Responda às questões no caderno.

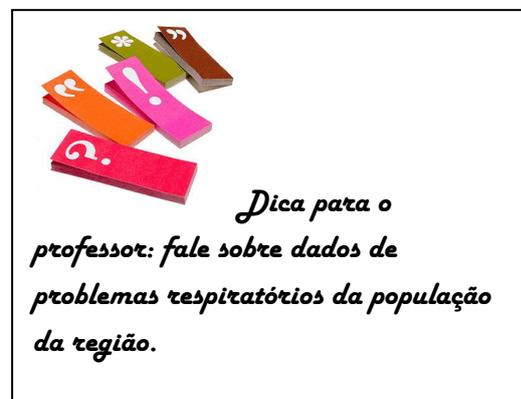
1. Explique, com suas palavras, o que é poluição. Dê exemplos de poluição presentes em seu dia a dia.
2. A prática de grafiteagem e de pichação é considerada crime pelo Código Penal brasileiro. Há, no entanto, estudiosos que veem as pichações e grafiteagens como formas de manifestações culturais. E você, o que pensa a respeito? Por que essa prática leva à poluição visual?
3. Por que rodoviárias devem ter telhados bastante elevados? Por que as indústrias possuem chaminés bem altas? Você acha que elas resolvem o problema da poluição? Justifique sua resposta.
4. Explique, com suas palavras, por que os gases do efeito estufa contribuem para manter a atmosfera mais quente.
5. Debata os fatores que têm provocado o aumento da concentração dos gases do efeito estufa.
6. Debata as seguintes questões:
 - a) Por que as medidas adotadas em convenções internacionais não têm evitado o aumento do aquecimento global?
 - b) Por que os governantes alegam os aspectos econômicos como prioritários em relação aos ambientais?
 - c) Quais as dificuldades políticas para resolver os problemas ambientais?
7. Como o *smog* é formado? O que poderia ser feito para diminuir os efeitos do *smog* e da inversão térmica nos grandes centros urbanos?
8. Explique, com suas palavras, como ocorre a inversão térmica. Em seu texto inclua também os fatores que contribuem para a inversão térmica.

Fonte: Santos et al, 2011.

As duas primeiras perguntas não foram muito questionadas, já que o tema pichação e poluição foram discutidos na aula anterior. Na questão três que falava sobre a altura dos telhados comentei sobre o projeto arquitetônico da rodoviária de Brasília como exemplo, pois a mesma possui em telhado bastante elevado. Coloquei então uma notícia de revista que relatava a relação de gases poluentes com prejuízos na saúde humana:

Notícia 2

- “Gases poluentes são responsáveis por muitas doenças respiratórias. Manter o motor regulado ajuda a diminuir a emissão de produtos tóxicos fora e dentro do carro”
Revista Veja, abril de 2009.



Em seguida, coloquei um vídeo “Conversa periódica: poluição atmosférica”, uma produção audiovisual produzida pela PUC Rio em parceria com o Ministério da Educação, o Ministério da Ciência e Tecnologia e o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. em que integra uma série de 6 programas (120 episódios) dedicados ao apoio do ensino de Química no Ensino Médio. em que mencionava os danos causados na saúde quando em contato com gases poluentes. (disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=sCgdY3Xx-Gw>)

Retomamos a leitura do texto e discutimos sobre os gases poluentes mencionados: monóxido de carbono, óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio, hidrocarbonetos e macromoléculas. e complementei a lista com dados sobre o gás metano

POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA × DANOS À SAÚDE		
Contaminante	Efeitos à saúde	Principais fontes
Monóxido de carbono (CO)	Impede o transporte de oxigênio no sangue, causa danos aos sistemas nervoso central e cardiovascular.	Queima de combustíveis fósseis.
Óxidos de enxofre (SO ₂ e SO ₃)	Doenças cardiovasculares e respiratórias.	Combustão de carvão e petróleo com enxofre.
Óxidos de nitrogênio (NO e NO ₂)	Danos ao aparelho respiratório.	Combustão do gás nitrogênio a altas temperaturas na queima de combustíveis.
Hidrocarbonetos (C _n H _m)	Alguns têm propriedades cancerígenas, teratogênicas ou mutagênicas.	Uso de petróleo, gás natural e carvão.
Macromoléculas	Danos aos sistemas respiratório, gastrointestinal, nervoso central, renal etc.	Atividades industriais, transporte e combustão.

Química Cidadã, volume 1, 2011.

Perguntei para os alunos qual desses gases seria mais poluente e questionei sobre a dispersão deles. Assim, a relação massa molecular e dispersão gasosa foi introduzida aos alunos encerrando a aula com exercícios sobre essa questão.

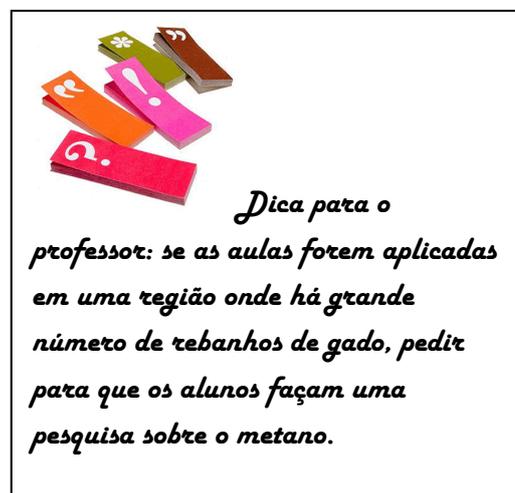
Recursos didáticos

- Texto do livro Química Cidadã
- Discussão em sala
- Data Show
- Vídeo
- Quadro negro para anotações

III - Aula 3

Objetivos específicos

- Analisar o fenômeno *smog*
- Diferenciar *smog* e neblina
- Equação de transformações gasosas



Estratégias

Iniciei a aula com a leitura da terceira parte do texto que fala sobre o histórico da poluição atmosférica, fazendo referência à Revolução Industrial. Coloquei as seguintes perguntas no quadro:

- Quando começou a poluição atmosférica?
- O que agravou ainda mais o desequilíbrio causado na atmosfera?
- O que as alterações climáticas podem causar?
- Já existiram catástrofes no planeta Terra?
- O que aconteceu no início do século XX que deu início a grandes mudanças climáticas?

Ao longo da leitura do texto solicitei que os alunos respondessem os questionamentos.

Em seguida coloquei o seguinte slide:

Smog- Londres 1952



“...provocou a morte de 3,5 a 4 mil pessoas”
Química Cidadã, 2011.

Perguntei aos alunos se eles sabiam o que era *smog* e em seguida pedi que eles analisassem a imagem do livro onde mostrava esse fenômeno.

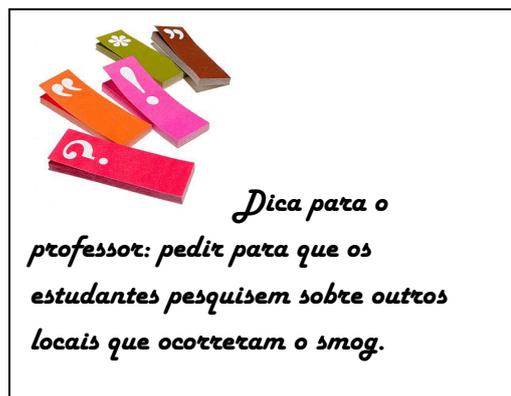
Fizemos a leitura do texto e assistimos um trecho de um documentário internacional que citava o *smog* na Inglaterra em 1972 e diferenciamos esse fenômeno da neblina.

Encerramos a aula com exercícios sobre transformações gasosas e solicitei como tarefa de casa que respondessem a questão do texto que pedia para explicar o que seria a inversão térmica.

No final da aula passei um trecho de um documentário britânico chamado “ The great smog of London”(disponível em <http://www.youtube.com/watch?v=Vkx-2mT1-q4>) onde há a explicação sobre esse fenômeno ocorrido na Inglaterra em 1952.

Recursos didáticos

- Texto do livro Química Cidadã
- Discussão em sala
- Data Show
- Quadro negro para anotações
- Vídeo



IV - Aula 4

Objetivos específicos

- Reconhecer o fenômeno da Inversão Térmica
- Relacionar a inversão térmica com a densidade dos gases
- Introdução à equação de Clapeyron

Estratégias

Iniciei a aula com uma notícia de uma revista nacional:

Notícia 3

- “Doenças respiratórias e alergias ocorrem com maior frequência em dias de inversão térmica. Crianças e idosos devem redobrar os cuidados. Neste mês, a cidade de São Paulo registrou vários dias de inversão térmica. Nesse período, há muita nebulosidade nas primeiras horas da manhã, aquecimento ao meio-dia e queda brusca de temperatura ao final da tarde.” Revista época, junho de 2003.



Coloquei na quadro a seguinte informação:

O *smog* piora com a inversão térmica”

Pedi para os alunos me reponderem a questão explicando o que seria o fenômeno da inversão térmica.

Analisando esse fenômeno, fizemos a relação com a temperatura e a densidade dos gases, levando em consideração a energia cinética dos gases. Vários outros exemplos sobre essa relação foram citados durante a aula.

Figura 2: Inversão Térmica



Fonte: Santos et al(2011)

Foram feitos exercícios sobre densidade dos gases e encerramos a aula com a dedução da fórmula de Clapeyron a partir da equação geral dos gases.

Os alunos tiveram como tarefa de casa uma lista de exercício.

Recursos didáticos

- Texto do livro Química Cidadã
- Discussão em sala
- Data Show
- Quadro negro para anotações
- Resolução de exercícios

V - Aula 5

Objetivos específicos

- Resolver exercícios utilizando a equação de Clapeyron

Estratégias

Foram feitos exercícios sobre densidade dos gases e encerramos a aula com a dedução da fórmula de Clapeyron a partir da equação geral dos gases.

Os alunos tiveram como tarefa de casa uma lista de exercício.



Recursos didáticos

- Quadro negro para anotações
- Resolução de exercícios

VI - Aula 6

Objetivos específicos

- Reconhecer o fenômeno da névoa seca
- Diferenciar névoa seca de neblina

-Exercícios

-

Estratégias

Iniciei a aula perguntando se eles sabiam o que era névoa seca.

Em seguida coloquei o conceito de névoa seca

- “Assim como a neblina, a névoa **seca** (também conhecida por **bruma seca** ou **nevoeiro fotoquímico** - ou ainda *haze*, em inglês) é formada quando há a condensação de vapor d’água, porém em associação com a poeira, fumaça e outros poluentes, o que dá um aspecto acinzentado ao ar. É muito comum a ocorrência desse fenômeno nas grandes cidades e metrópoles, sobretudo nos dias frios de inverno, quando ocorrem associados à presença de uma inversão térmica.”



Fizemos a leitura no texto na parte relacionada com a névoa seca e retomamos alguns exemplos de danos causados à saúde.

Devido à proximidade da aula, encerramos com a resolução de mais exercícios.

Recursos didáticos

- Texto do livro Química Cidadã
- Discussão em sala
- Data Show
- Quadro negro para anotações
- Resolução de exercícios

VII- aula 7

Não tivemos aula, pois foi dia de aplicação da prova de simulado.

VIII - Aula 8



Objetivos específicos

- Discutir sobre o efeito estufa
- Discutir sobre o aquecimento global
- Conhecer a controvérsia acerca do tema aquecimento global
- Tirar dúvidas para a prova
-

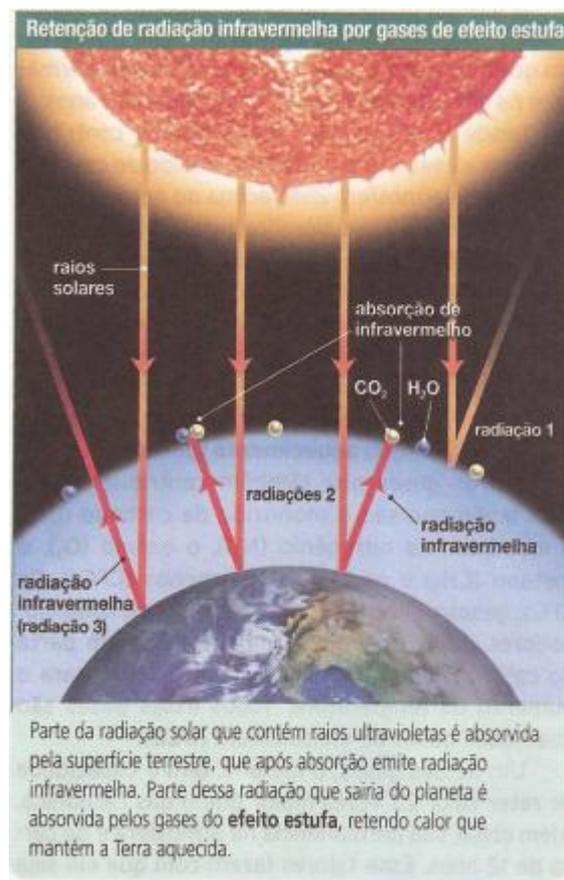
Estratégias

Iniciei a aula conduzindo a leitura sobre aquecimento global e efeito estufa.

Usando uma imagem expliquei os fenômenos químicos e físicos envolvidos no processo.

A figura abaixo foi muito usada durante a explicação:

Figura 2: Aquecimento Global e Efeito Estufa



Fonte: Santos et al(2011)

Passei um vídeo de um climatologista brasileiro da USP em uma entrevista sobre a perspectiva da não relação humana com o aquecimento global. Iniciamos uma discussão acerca do tema.(disponível em http://www.youtube.com/watch?v=3_GPLIJv6x0)

Nos minutos finais da aula, algumas dúvidas foram tiradas sobre os exercícios da lista sobre gases.

Recursos didáticos

- Texto do livro Química Cidadã
- Discussão em sala
- Data Show
- Quadro negro para anotações
- Resolução de exercícios

XIX- aula 9

Aplicação de prova

Aulas sobre cinética química e química verde

X- aula 10

Objetivos específicos

- Descrever uma reação de combustão
- Reconhecer os fatores envolvidos na reação de combustão
- Discutir sobre os gases poluentes provenientes das reações de combustão
- Discutir sobre políticas públicas relacionadas à fiscalização da emissão de gases poluentes de veículos automotores
- Diferenciar o termo velocidade de uma reação e rapidez de uma reação

Estratégias

Primeiramente passei um vídeo de uma reportagem do jornal local que relatava os índices de poluição no Distrito Federal relacionados aos veículos automotores bem como uma entrevista

com um representante do governo comentando sobre o processo de fiscalização da emissão dos gases poluentes dos carros.

Essa era uma notícia do ano de 2009 e os alunos discutiram sobre a demora dos trâmites políticos para a implementação de um projeto, pois já havia se passados três anos e a fiscalização não foi iniciada.

Perguntei para os alunos qual o tipo de reação estava envolvido na produção dos gases poluentes emitidos pelos carros e descrevemos os fatores envolvidos em uma reação de combustão: combustível, comburente, ignição, reação em cadeia, triângulo do fogo, quadrado do fogo e reação exotérmica.

Retomamos também a ideia de vincular o efeito estufa e o aquecimento global com a emissão de gás carbônico e discutimos sobre os principais gases emitidos pelos carros bem como algumas estratégias para diminuir a emissão dos mesmos na atmosfera.

Recursos didáticos

- Vídeo
- Discussão em sala
- Data Show
- Quadro negro para anotações

XI- aula 11

Objetivos específicos

- Diferenciar o termo rapidez e velocidade de uma reação
- Discutir sobre estratégias para controlar o fogo em incêndios usando as queimadas no período da seca no Distrito Federal como exemplo
- Reconhecer os tipos de extintores de incêndio disponíveis no mercado bem como o uso adequado de cada um
- Explicar a teoria das colisões de uma reação química

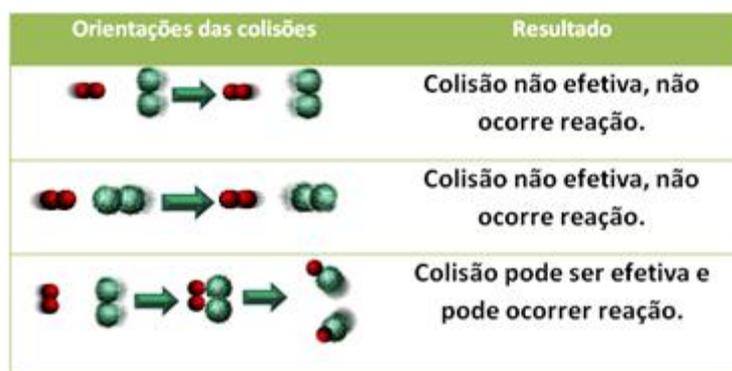
Estratégias

Falamos da importância de reconhecer os fatores de uma reação de combustão bem como o uso de algumas estratégias para apagar um incêndio, pois conhecendo o processo de combustão é possível controlar o fogo de incêndios, reduzindo sua ocorrência e diminuindo seus danos.

Coloquei uma imagem de vários eletrônicos ligados em uma mesma tomada e discutimos sobre os perigos relacionados a esse problema e questionei se poderíamos jogar água em um incêndio provocado por um curto circuito e a partir daí falamos sobre as estratégias para se apagar o fogo bem como o extintor mais adequado para cada situação.

Em seguida questionei quais são as condições para ter uma reação química e discutimos sobre a teoria das colisões de uma reação. Expliquei também que é uma teoria e que os exemplos utilizados em que as substâncias são representadas por esferas são modelos utilizados para explicar o fenômeno.

Figura 3: Teoria das colisões



Fonte: www.brasilecola.com.br

Recursos didáticos

- Discussão em sala
- Data Show
- Quadro negro para anotações

XII- aula 12

Objetivos específicos

- Explicar os fatores que aumentam a rapidez de uma reação

Estratégias

Tendo como referência o texto sobre cinética química do livro Química Cidadã (Santos et al, 2011), preparei uma aula em slides para otimizar o tempo pois faltavam poucos dias para o dia da avaliação.

Utilizei exemplos do cotidiano para explicar os fatores que aumentam a rapidez de uma reação química, e de maneira dialógica busquei a participação dos estudantes nas aulas.

Recursos didáticos

- Discussão em sala
- Data Show
- Quadro negro para anotações

XIII- aula 13

Objetivos específicos

- Discutir sobre os fatores que aumentam a rapidez de uma reação
- Resolução de exercícios

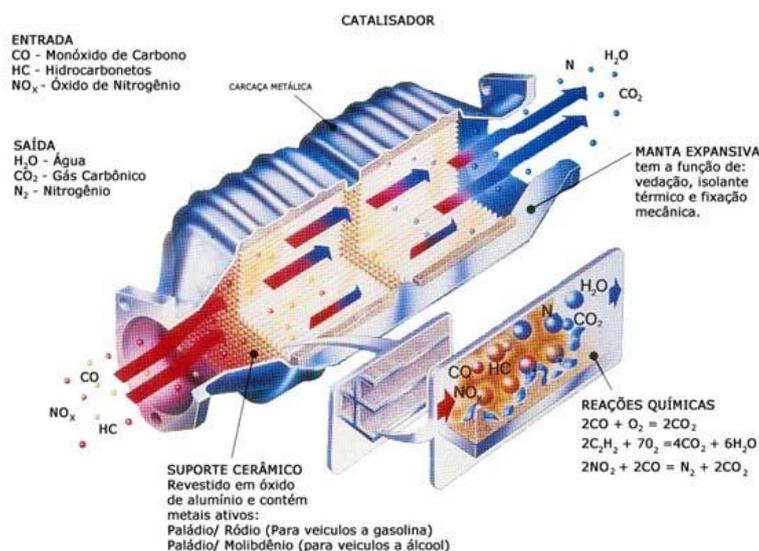
Estratégias

Iniciei a aula retomando o conteúdo aprendido na última aula e passei exercícios no quadro sobre os fatores que aumentam a rapidez de uma reação.

Expliquei o conceito de um catalisador e utilizei uma figura de um catalisador automotivo para explicar detalhadamente o seu funcionamento.



Figura 4: catalisador automotivo



Fonte: www.oficinaecia.com.br

Destinei alguns minutos para os alunos responderem sozinhos e no final da aula fiz a correção dos exercícios.

Disponibilizei uma lista de exercícios para complementar os estudos para a prova.

Recursos didáticos

- Discussão em sala
- Quadro negro para anotações
- Lista de exercícios.

XIV- aula 14

Objetivos específicos

- Discutir os principais conceitos envolvidos na química verde
- Estudo dos gráficos envolvidos na cinética química

Estratégias

Iniciei a aula perguntando o que é química verde e fiz uma “tempestade de ideias” no quadro com as informações dadas pelos alunos. Muitos associaram previamente a química verde com a química das plantas ou fitoterapia.

Em seguida fizemos a leitura do texto “Química verde: catalisando processos em favor do meio ambiente” (Santos et al, 2011) e comentei sobre os 12 princípios da química verde.



Finalizei a aula explicando os gráficos de energia de uma reação química.

Passei como atividade de casa uma pesquisa para os alunos sobre materiais ou tecnologias sustentáveis.

Recursos didáticos

- Discussão em sala
- Leitura do texto
- Data show

XV- aula 15

Objetivos específicos

- Discutir os principais conceitos envolvidos na química verde
- Comentar sobre os produtos sustentáveis disponíveis no mercado
- Resolução da lista de exercícios

Estratégias

Primeiramente dividi a sala em grupo de cinco alunos e solicitei que cada um comentasse sobre os produtos pesquisados e escolhesse o mais interessante para apresentar para toda a turma.

Assim, depois desse momento de interação com os colegas eles apresentaram um produto por grupo para toda a sala, discutimos sobre a importância dos produtos sustentáveis e comentamos um pouco sobre a produção de lixo no planeta.

Encerramos a aula corrigindo a lista de exercícios.

Recursos didáticos

- Discussão em sala
- Lista de exercícios
- Data show

Anexo 2

Estudo dos gases

Tema em Foco


 POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA E AQUECIMENTO GLOBAL

PENSE! O que é poluição?

Existem vários significados para a palavra **poluição**. O que é considerado poluição para uma pessoa pode não ser para outra. Isso nos dá uma pista para qualificar poluição: é uma modificação ambiental que contraria os interesses da coletividade.

Quando os efeitos ambientais de uma ação prejudicam os demais indivíduos, podemos dizer que há alguma forma de poluição. Nesse sentido, a poluição ambiental é vista sempre como uma interferência no equilíbrio da natureza.

No ambiente, energia e matéria são utilizadas de forma equilibrada, de acordo com as necessidades de cada ecossistema. Porém, quando um ecossistema não consegue assimilar uma quantidade de matéria e/ou energia, ele fica sobrecarregado e desequilibra-se. Dizemos, então, que ele está poluído. Dessa forma, o conceito de

poluição ambiental, do ponto de vista biológico, é a colocação de matéria ou energia em lugar errado.

Poluição pode ser vista também como qualquer atividade que prejudique a saúde, a segurança ou o bem-estar da população, que crie condições adversas para as atividades sociais e econômicas ou, ainda, que cause degradação ao ambiente. A poluição química provocada por substâncias ou materiais que prejudicam a natureza é um bom exemplo: ela pode afetar o ar, as águas e o solo.

Mas nem sempre é fácil definir o quanto de uma substância é capaz de prejudicar o ambiente. Quanto lixo industrial um rio pode receber até que o chamemos poluído? Depende do padrão de tolerância adotado, ou seja, dos valores máximos permitidos para os níveis de contaminação de diferentes substâncias.



A definição de poluente também está ligada a determinadas condições e à concentração da substância no ambiente. Podemos dizer que toda substância é tóxica em potencial, pois seu grau de toxicidade dependerá de sua concentração em um determinado lugar. Até o gás oxigênio em excesso mata. Isso mesmo: se respirado em elevadas concentrações, esse gás tão essencial à sobrevivência pode agredir nossas células.

Há poluição atmosférica quando ocorre um aumento da quantidade de determinados gases ou de materiais sólidos em suspensão acima de limites definidos. A concentração de poluentes na atmosfera depende de mecanismos de retenção ou dispersão. Como o volume da atmosfera é muito grande, a fumaça que sai de uma chaminé pode se espalhar por uma área vasta, atenuando seus efeitos poluidores no local

A má qualidade do ar custa pelo menos US\$ 1 bilhão aos cofres públicos brasileiros a cada ano, principalmente com mortes ou tratamentos de doenças associadas direta e indiretamente à poluição.



Rogério Castilho/Folha Imagem

Fonte: Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental da Universidade de São Paulo (USP).

da emissão. Contudo, se a liberação de gases tóxicos for muito elevada e a dispersão não ocorrer adequadamente, instala-se um quadro mais sério de poluição atmosférica, com grandes danos à saúde da população (veja quadro abaixo).

POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA x DANOS À SAÚDE

Contaminante	Efeitos à saúde	Principais fontes
Monóxido de carbono (CO)	Impede o transporte de oxigênio no sangue, causa danos aos sistemas nervoso central e cardiovascular.	Queima de combustíveis fósseis.
Óxidos de enxofre (SO ₂ e SO ₃)	Doenças cardiovasculares e respiratórias.	Combustão de carvão e petróleo com enxofre.
Óxidos de nitrogênio (NO e NO ₂)	Danos ao aparelho respiratório.	Combustão do gás nitrogênio a altas temperaturas na queima de combustíveis.
Hidrocarbonetos (C _n H _m)	Alguns têm propriedades cancerígenas, teratogênicas ou mutagênicas.	Uso de petróleo, gás natural e carvão.
Macromoléculas	Danos aos sistemas respiratório, gastrointestinal, nervoso central, renal etc.	Atividades industriais, transporte e combustão.

A poluição atmosférica mata em média 4 milhões de pessoas no mundo por ano.

Fonte: The global burden of disease OMS.

Tema em Foco Tema em Foco Tema em Foco Tema em Foco Tema em Foco

"A Terra perdeu, em pouco mais de um quarto de século, quase um terço de sua riqueza biológica e recursos. No atual ritmo, a humanidade necessitará de dois planetas em 2030 para manter seu estilo de vida"

Fonte: Fundo Mundial para a Natureza (WWF), Genebra, 2008.

A poluição atmosférica teve início com a Revolução Industrial. Nos primórdios da industrialização, o produto lançado ao ar pelas chaminés das fábricas era símbolo de prosperidade, poder, progresso. Um grande industrial de Chicago em 1892 comentou "O fumo é incenso queimado nos altares da indústria". Com o crescimento populacional, o aumento exagerado do consumo e a baixa importância dadas às questões ambientais agravaram os desequilíbrios causados à atmosfera, aumentando a concentração de partículas sólidas e de diversos gases, como dióxido de carbono, e diminuindo outros como o ozônio, em certas regiões da termosfera.

Atualmente, as alterações climáticas causadas pela poluição atmosférica são fator de grande preocupação. Já se sabe que uma de suas alterações como pequenas variações na temperatura do planeta pode desencadear catástrofes, como o derretimento de geleiras e a inundação de cidades litorâneas.

Catástrofes que alteram a atmosfera e a biosfera não são novas na história da evolução da Terra. Podemos dizer que o planeta Terra é resultado dessas transformações e que possibilitaram atingir o equilíbrio que permite a vida como conhecemos. É bem verdade que a regeneração após cada catástrofe leva milhares de anos. Mas esse tempo não é nada

se considerarmos a idade do planeta. Assim, com o passar do tempo a superfície e atmosfera terrestres se moldaram e estabeleceram condições favoráveis ao surgimento da enorme variedade de espécies de seres vivos. Ao mesmo tempo, outras espécies foram dizimadas, como os dinossauros, e o que resta delas hoje são somente marcas de um passado de existência.

Dunas e Lagoa da Gaivota no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, Barreirinhas (MA), 2009.



Paul Dreyer/Alamy Images



Roby Clemente

Não há quem não se deixe apaixonar pela beleza da diversidade da Terra.



Kelso Colvener

Mico-leão-do-cara-dourada.

Parque Nacional do Iguazu, Foz de Iguazu (PR).

Mesmo levando em consideração a capacidade de regeneração que o planeta possui, há de se considerar as consequências em razão do rápido ritmo de consumo de matéria e energia produzidas pela humanidade. Que o planeta pode estabelecer novas formas de equilíbrio não há dúvidas. A grande questão é quem serão os habitantes dessa "nova Terra". A poluição gerada pode deflagrar outra grande transformação e a Nova Terra pode oferecer condições inadequadas para diferentes espécies que hoje a habitam, como a espécie humana. Esse tipo de situação já ocorreu em várias outras ocasiões. Conhece a história dos dinossauros?

Ocorre que no início do século XX, a utilização em larga escala do petróleo como fonte de energia deu início a grandes mudanças climáticas que poderão ser um novo marco na história do planeta. Vejamos a seguir como essas transformações têm sido associadas com a produção de uma diversidade de substâncias resultantes do processo de industrialização.

Yang Leizhou/China Photos/Corbis



A poluição atmosférica torna o ar nocivo e impróprio à saúde humana e à vida de animais e plantas. Será que é mesmo preciso pagar um preço tão alto pelo progresso? Cidade de Chongqing, China, 2008.

Fumaça-neblina, inversão térmica e névoa seca

A partir do final do século XVIII, o carvão, cuja combustão gera grandes quantidades de gases poluentes, passa a ser intensivamente usado para fins industriais e domésticos. Num momento posterior, a utilização de combustíveis derivados do petróleo passa a contribuir para essa emissão de gases poluentes. Assim, começaram a surgir aos primeiros sinais da poluição atmosférica até então quase que desconhecidos pela humanidade. Na Europa, em meados do século passado, ocorreram combinações de fumaça (smoke) e neblina (fog) que fizeram dias virarem noites, por não permitirem que a luz do sol

iluminasse algumas grandes cidades. Esse fenômeno foi denominado **smog**.

A neblina é um fenômeno natural resultante da condensação de vapor d'água que fica suspenso na atmosfera, junto à superfície terrestre. No entanto, nos grandes centros urbanos, esse fenômeno pode ser ocasionado pelo aumento de substâncias e materiais resultantes de atividades humanas. Essa neblina, contendo resíduos de atividades humanas, pode ser tóxica aos seres vivos.

O smog tem trazido sérios problemas às grandes cidades. Em Los Angeles, em 1942, causou graves complicações respiratórias aos habitantes e matou grande parte da vegetação de jardins. Em Londres, em 1952, provocou a morte de 3,5 mil a 4 mil pessoas, tendo se repetido em outros anos. Em Tóquio, em 1970, levou mais de 8 mil pessoas a hospitais e postos de saúde. As vésperas das olimpíadas de 2008, em Pequim tiveram que tomar um conjunto de medidas para combater o nevoeiro de poluição que ensombraria a capital chinesa. O smog fica pior na época do inverno, em virtude da inversão térmica.



A foto mostra o smog de 1952, em Londres. Muitas vezes, o smog é tão forte que os carros precisam circular com faróis acesos durante o dia. Dá para imaginar o que isso pode causar à nossa saúde!

Info Demand



No fenômeno da **inversão térmica**, a cidade fica encoberta por gases tóxicos aprisionados pelo smog. São Paulo visto a partir do pico do Jaraguá (SP), 2008.

No Brasil, em São Paulo, também é comum ocorrer o fenômeno da **inversão térmica**. Esse fenômeno pode ser explicado pelo esquema ao lado.

A superfície terrestre é aquecida constantemente pela radiação solar. Assim, as camadas atmosféricas mais próximas da superfície são mais quentes do que as superiores. O ar mais quente é menos denso do que o ar mais frio. Associados, esses dois fatores irão produzir correntes de convecção: o ar quente sobe e o ar frio desce (vide esquema 1 da figura ao lado).

Por meio das correntes de convecção, os gases poluentes são facilmente dispersos na atmosfera superior. À noite, porém, o processo se inverte: a superfície terrestre esfria, produzindo uma camada de ar frio estático (vide esquema 2 da figura ao lado). Se nesse processo houver a condensação da fumaça-neblina (smog), a luz solar matutina não penetrará a camada de névoa. Como resultado ocorrerá a inversão térmica (3), o ar que ficar preso sob o smog permanecerá frio e reterá todos os gases poluentes emitidos na cidade por automóveis, fábricas etc. (vide esquema 3 da figura ao lado). A não dispersão dos gases provoca um aumento elevado da concentração de poluentes, agravando o problema atmosférico.

Das interações entre as substâncias que constituem o smog, consideradas como poluentes primários, podem surgir poluentes secundários, ou seja, substâncias que não foram lançadas diretamente na atmosfera, mas, sim, produzidas com base em outros gases poluentes. Um exemplo é o dióxido de nitrogênio que pode formar o ácido nítrico, substância altamente corrosiva que reage com metais, mármore, granitos e outros materiais.

Outro exemplo é o ozônio, que em altas concentrações, na atmosfera, torna-se tóxico e reage

Posição do ar frio em dias normais, à noite e em dias com inversão térmica



Na inversão térmica (3), a formação do **smog** impede a penetração da radiação solar que aqueceria o ar frio e reterá os gases poluentes. Na região da inversão térmica, ao invés de o ar quente ficar embaixo e o ar frio ficar em cima como ocorre em dias normais (1), o ar frio fica abaixo do smog e o quente acima.

com plásticos, borrachas, fibras têxteis, tintas etc., provocando a decomposição desses materiais.

Além do ozônio, outros gases são formados pelo smog fotoquímico, como o dióxido de nitrogênio (NO_2), o peróxido de hidrogênio (H_2O_2), o nitrato de peroxiacetil ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{NO}_2$) e o ácido nítrico (HNO_3). Esses poluentes provocam irritações nasais e oculares, dificuldades de respiração e prejudicam a visibilidade.

A **névoa seca** é um outro fenômeno associado com a poluição, comum no Sul e Centro-Oeste do Brasil e da América do Sul, sobre o Oceano Atlântico e mesmo em certas regiões da África, nos meses de inverno (principalmente em agosto). Quando ela

ocorre, a atmosfera fica com um espesso nevoeiro que não contém aerossóis (denominação química para pequenas partículas, líquidas ou gasosas, dispersas num meio gasoso). Por não conter partículas líquidas, esse tipo de nevoeiro é chamado névoa seca. Como a névoa seca coincide com a época da queimada de pastagens e campos, supõe-se que ela provenha da presença de material particulado, composto de sólidos ou líquidos dispersos em gases, que ficam suspensos no ar. Com a chegada das chuvas de setembro, a névoa seca desaparece, o céu readquire o tom azul e a visibilidade normaliza-se.

Efeito estufa e aquecimento global

A composição do ar atmosférico seco, em volume, é aproximadamente: 78% de nitrogênio, 21% de oxigênio e 1% de outros gases, entre os quais o dióxido de carbono (gás carbônico), com teor aproximado de 0,035%. Além desses gases, temos a presença de vapores d'água uma porção de água, em quantidade variável conforme a região do planeta e a época. A presença desses vapores é medida pela chamada umidade relativa do ar.

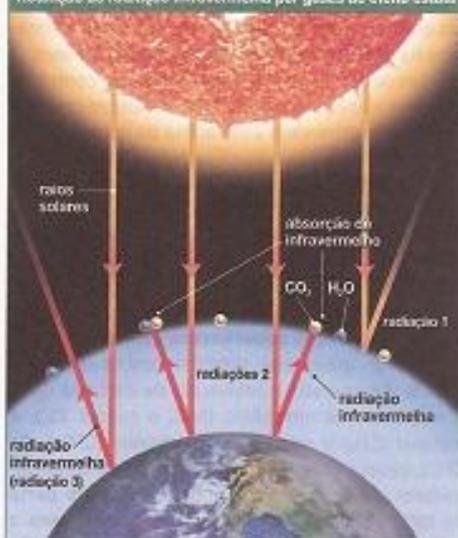
Que o oxigênio é um ingrediente vital você já sabe. No entanto, vamos destacar a importância de outros dois componentes da atmosfera: água e dióxido de carbono. Eles mantêm a Terra aquecida, possibilitando a existência de vida animal e vegetal no planeta. Esse processo é representado no esquema ao lado. A fonte de energia da Terra é, naturalmente, o Sol. Dos raios solares que incidem sobre nosso planeta, cerca de 30% não atravessam a atmosfera e são refletidos de volta para o espaço (radiação 1). A outra parte, 70%, atinge a superfície terrestre (radiações 2). Parte dessa energia radiante que chega à superfície do nosso planeta, a qual inclui entre outras a luz visível e a radiação ultravioleta, é absorvida pelos átomos e moléculas dos materiais da superfície terrestre que a transformam em energia vibracional. Devido a essa absorção, os átomos e moléculas mudam seus estados vibracionais e emitem radiação infravermelha (radiação 3), menos energética do que a radiação ultravioleta.

A radiação infravermelha emitida pela superfície terrestre sai do planeta, mas parte dela pode ser absorvida por moléculas de dióxido de carbono, água e outros gases, como mostra o esquema de nossa representação na figura ao lado.

A água e o dióxido de carbono presentes na atmosfera atuam como um filtro que retém parte

da radiação infravermelha emitida pela superfície terrestre. Essa radiação retida provoca um aquecimento desses gases e, conseqüentemente, o aquecimento da atmosfera. Esse fenômeno natural é conhecido como **efeito estufa** (veja foto e legenda abaixo) e evita grandes variações de temperatura entre o dia e a noite.

Retenção da radiação infravermelha por gases de efeito estufa



Parte da radiação solar que contém raios ultravioleta é absorvida pela superfície terrestre, que após absorção emite radiação infravermelha. Parte dessa radiação que sai do planeta é absorvida pelos gases do **efeito estufa**, retendo calor que mantém a Terra aquecida.



A **estufa** é uma câmara fechada que retém calor. Nas estufas de vidro, usadas para cultivo de plantas, o vidro atua semelhantemente aos gases do efeito estufa. Ele deixa passar a radiação solar, mas absorve a radiação infravermelha irradiada pelos materiais que estão no seu interior. Esse é o mesmo processo que ocorre em um automóvel fechado, estacionado sob o sol.

É o efeito estufa que mantém o clima terrestre ameno, sem grandes variações entre o dia e a noite, permitindo que a vida se mantenha. Sem ele, a temperatura média da superfície terrestre seria de -18°C e não de 15°C , como é atualmente. Como consequência, uma parte muito maior da superfície do nosso planeta seria permanentemente coberta de gelo.

O dióxido de carbono (CO_2) é produto de vários processos naturais que se desenvolvem na Terra e é o gás que mais contribui para o efeito estufa. Ele permanece na atmosfera por aproximadamente 100 anos.

Desde o século XIX, vários fatores contribuíram para elevar a quantidade de dióxido de carbono presente na atmosfera 25% acima do normal. Entre esses fatores, os mais significativos são: queima de combustíveis fósseis, os grandes desmatamentos e queimadas de florestas. No entanto, com mais dióxido de carbono, a atmosfera absorve maior quantidade da radiação infravermelha emitida pela superfície terrestre, aquecendo mais do que deveria. O resultado é o aumento da temperatura em todo o planeta, o chamado **aquecimento global**.

Outros gases que também contribuem para este fenômeno são o monóxido de carbono (CO), o monóxido de nitrogênio (NO), o ozônio (O_3), o metano (CH_4) e os clorofluorcarbonos (CFCs). Os CFCs, gases utilizados em refrigeradores, condicionadores de ar e sprays, também absorvem parte do calor refletido pela Terra, contribuindo para o aumento da temperatura. Todos esses gases são chamados gases de efeito estufa (**GEE**).

Um desses gases, o metano, tem a capacidade de reter calor 23 vezes maior que o gás carbônico. Além disso, sua permanência na atmosfera é de cerca de 12 anos. Esse fatores fazem com que ele seja responsável por um terço do aquecimento do planeta. Diariamente, milhares de toneladas de metano são liberadas para a atmosfera por diferentes fontes:

flatulências do



Apostila em Foco

Segundo relatório da FAO em 2006, a pecuária prejudica mais o ambiente que os carros. Tudo culpa do metano que o gado é capaz de produzir pela fermentação dos alimentos ingeridos.

gado; decomposição de lixos orgânicos e de esgotos; culturas inundadas de arroz; escape do gás natural, de carvão e de materiais vegetais entre outros.

Para calcular o efeito dos GEE, foi estabelecida a medida de **Potencial de Aquecimento Global**, medida relativa que compara os efeitos de uma quantidade de cada gás com mesma quantidade de dióxido de carbono, cujo potencial é definido como 1. O Potencial de Aquecimento Global é calculado sobre um intervalo de tempo específico e esse valor deve ser declarado para a comparação.

POTENCIAL DE AQUECIMENTO GLOBAL DE ALGUNS GASES DO EFEITO ESTUFA (GEE)

GEE	Potencial de Aquecimento Global (100 anos)
dióxido de carbono (CO_2)	1
metano (CH_4)	21
óxido nítrico (N_2O)	310
hexafluoretano (C_2F_6)	9 200
hexafluoreto de enxofre (SF_6)	23 900



Natural Science Foundation (NSF)

Um dos tristes sinais das recentes **alterações climáticas** é o recuo de grandes massas geladas nos glaciares e nas montanhas de gelo a grandes altitudes. A contagem do derretimento é sempre muito além do normal. No Ártico, o gelo marítimo reduziu de 16% a 20% nos últimos 30 anos. Alguns pesquisadores alertam que a aceleração do degelo em campos de terra firme ainda é a mais preocupante, pois o aquecimento global tem se manifestado com invernos menos rigorosos e que não estão conseguindo recompôr toda a massa derretida no período do verão. Na Groenlândia (foto acima), o degelo duplicou entre os anos de 1996 e 2005 e chega a atingir uma área de 224 km^2 , o que corresponde a 10% do volume de água comido em todos os rios do planeta.

As causas do aumento da temperatura no planeta ainda são objeto de controvérsias e debates acirrados nos meios científico e político. Essas discussões envolvem tanto os que afirmavam ser esse processo de aquecimento global um processo natural,

Tema em Foco

quantos que defendem que o fenômeno é acelerado por ações da sociedade e da cultura do consumo.

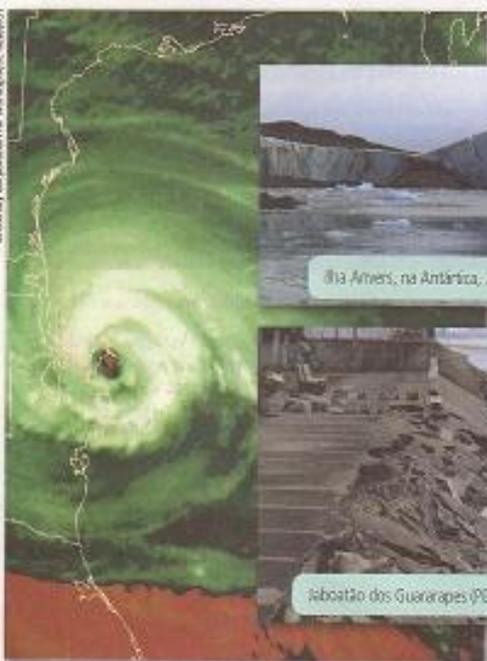
Em 1992 foi realizado no Rio de Janeiro um Congresso Mundial, denominado **Eco 92**, para discutir os problemas ambientais. Durante o evento, 155 países assinaram uma Convenção Climática comprometendo-se a reduzir emissões atmosféricas intensificadoras do efeito estufa. Essa convenção deveria ser ratificada e assinada por todos os países em 1997, na cidade de Kioto – Japão. Considerando questões econômicas e desconsiderando questões ambientais, vários países recusaram-se a assinar o **Protocolo de Kioto**.

A meta que previa, até o ano de 2012, redução anual média de 5% das emissões de gases causadores

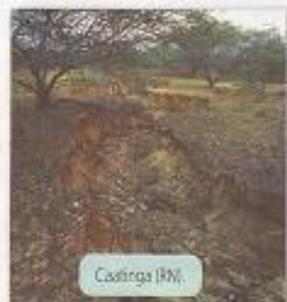
do efeito estufa não será nem de longe atingida. O tratado de Kioto só entrou em vigor em 2005, com a adesão da Rússia, e os EUA se negaram a assinar alegando que tal acordo prejudicaria suas indústrias.

A temperatura global média aumentou 0,74 °C no período de 1906 a 2005. Em 2007, a Organização das Nações Unidas – ONU – organizou o **Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas**, em Bangcoc, Tailândia, evento no qual foi elaborado, com a contribuição de cientistas de vários países, um relatório destacando pontos importantes sobre as alterações climáticas atuais. Esse relatório afirma que não há dúvidas de que o aquecimento do planeta está sendo provocado por ações humanas, como as exemplificadas nas imagens abaixo.

University Corporation for Atmospheric Research



Ilha Amery, na Antártica, 2008.



Castrolina (RN).



Abatão dos Guimarães (PE), 2008.



Sajú-do-tulo-branco. Projeto Mucky de proteção de sajus, 2008.

A temperatura média do planeta está subindo, causando **derretimento das geleiras**, furacões e ciclones **mais fortes**, expansão das áreas de secas, inundações e ondas de calor intenso mais frequentes; avanço do mar sobre cidades litorâneas; aumento do número de **espécies em extinção**; se providências sérias e imediatas não forem tomadas, as possibilidades de pragas e extinção de espécies tendem a aumentar.

O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas também apresentou propostas para ajudar a diminuição das emissões e reduzir as mudanças causadas pelas atividades humanas no planeta, como as exemplificadas nas imagens a seguir.

Foco Tema em Foco Tema em Foco Tema em Foco Tema em Foco



Somos todos responsáveis pela preservação de nosso planeta. **Você está fazendo a sua parte?** As mudanças necessárias vão desde questões de políticas nacionais até questões relacionadas com hábitos cotidianos.

Será que os químicos poderão contribuir para reverter essa situação? Haverá uma maneira de evitar as consequências desse aumento de temperatura?

PENSE, DEBATA E ENTENDA

Atenção!
Responda às questões no caderno.

1. Explique, com suas palavras, o que é poluição. Dê exemplos de poluição presentes em seu dia a dia.
2. A prática de grafiteagem e de pichação é considerada crime pelo Código Penal brasileiro. Há, no entanto, estudiosos que veem as pichações e grafiteagens como formas de manifestações culturais. E você, o que pensa a respeito? Por que essa prática leva à poluição visual?
3. Por que rodovias devem ter telhados bastante elevados? Por que as indústrias possuem chaminés bem altas? Você acha que elas resolvem o problema da poluição? Justifique sua resposta.
4. Explique, com suas palavras, por que os gases do efeito estufa contribuem para manter a atmosfera mais quente.
5. Debata os fatores que têm provocado o aumento da concentração dos gases do efeito estufa.
6. Debata as seguintes questões:
 - a) Por que as medidas adotadas em convenções internacionais não têm evitado o aumento do aquecimento global?
 - b) Por que os governantes alegam os aspectos econômicos como prioritários em relação aos ambientais?
 - c) Quais as dificuldades políticas para resolver os problemas ambientais?
7. Como o smog é formado? O que poderia ser feito para diminuir os efeitos do smog e da inversão térmica nos grandes centros urbanos?
8. Explique, com suas palavras, como ocorre a inversão térmica. Em seu texto inclua também os fatores que contribuem para a inversão térmica.

Anexo 3

Química verde: catalisando processos em favor do ambiente

Um grande problema ambiental preocupa os ambientalistas: o consumo pela sociedade moderna de grandes quantidades de materiais e de energia. A raiz para solução desse consumo exagerado tem relação com a química, ciência que tem como objeto central de estudo processos de transformações de materiais que geram novas substâncias e energia. Com essa preocupação, químicos de diversos países desde a década de 1990 vêm desenvolvendo processos químicos que têm contribuído para a redução do consumo tanto de materiais, como de energia.

Esse movimento dos químicos ficou conhecido como "Química Verde". O seu principal propósito é desenvolver e aplicar produtos e processos químicos que reduzam ou eliminem o uso e a geração de substâncias perigosas à saúde humana e ao meio ambiente.

Para alcançar esse objetivo da Química Verde, os químicos passaram a adotar princípios que não se resumem na busca de meios que reduzam de forma global materiais e energia. No quadro abaixo são apresentados os doze princípios que têm fundamentado a ação dos químicos na perspectiva ambientalista.



Química Verde tem como objetivo produtos e processos que permitam uma relação mais saudável com o meio ambiente.

Princípios da Química Verde

1. Prevenção.
2. Economia de átomos.
3. Síntese de produtos menos perigosos.
4. Desenvolvimento de produtos seguros.
5. Solventes e auxiliares mais seguros.
6. Busca pela eficiência de energia.
7. Uso de fontes renováveis de matéria-prima.
8. Evitar a formação de derivados.
9. Catálise.
10. Desenvolvimento de sistema para a degradação.
11. Análise em tempo real para a prevenção da poluição.
12. Química intrinsecamente segura para a prevenção de acidentes.

A catálise se configura no nono princípio, na medida em que ela assegura uma economia de tempo, de materiais e de energia. O seu estudo acaba sendo fundamental para se alcançar os demais princípios, pois o uso de catalisadores pode reduzir a quantidade de reagentes, auxiliar na síntese de produtos menos agressivos, aumentar a eficiência energética do sistema, evitar a formação de subprodutos indesejáveis e facilitar a degradação de substâncias tóxicas.

EXERCÍCIOS

Atenção!
Responda as questões no caderno.

1. Por que as reações químicas para a formação de produtos ocorrem em etapas?

b) Por que a primeira etapa é mais lenta e a segunda, mais rápida?

2. A reação de $2A + B \rightarrow A_2B$ apresenta as seguintes etapas: Etapa lenta: $A + A \rightarrow A_2$.

3. Explique por que a etapa lenta é mais importante no mecanismo de uma reação química.

Etapa rápida: $A_2 + B \rightarrow A_2B$.

a) Qual é a espécie intermediária?

4. Qual a importância da energia de ativação nos mecanismos de reação?

Anexo 4

Slides das aulas



Estudo dos gases

Química- frente II
1º ano

Professora Ana Karoline Maia
Karoline.quimica@gmail.com

The image shows a hand holding a cube composed of various chemistry-related images, including laboratory glassware, chemical structures, and scientific data. The background is a blue gradient with a white diagonal line.

Estudo dos gases

Notícia 1

“ IBGE mostra que DF tem ar com maior concentração de poluentes do país. Capital tem índices acima do registrado em São Paulo. Explicação para o problema está na soma de três fatores: clima seco, queimadas e expansão urbana. “ Correio Braziliense, 3/9/2010



O que é poluição?



Estudo dos gases

Notícia 1

“ IBGE mostra que DF tem ar com maior concentração de poluentes do país. Capital tem índices acima do registrado em São Paulo. Explicação para o problema está na soma de três fatores: clima seco, queimadas e expansão urbana. “ Correio Braziliense, 3/9/2010



Questão 1

- Explique com suas palavras, o que é poluição. Dê exemplos de poluição presentes no seu dia a dia.



Questão 2

- A prática de grafiteagem e de pichação é considerada crime pelo Código Penal brasileiro. Há no entanto, estudiosos que veem as pichações e grafitagens como formas de manifestações culturais. E você, o que pensa a respeito? Por que essa prática leva à poluição visual?



- Vocês conhecem alguma alteração climática que tenha ocorrido no DF nos últimos anos?



Questão 3

- Por que rodoviárias devem ter telhados bastante elevados? Por que as indústrias possuem chaminés bem altas? Você acha que elas resolvem o problema da poluição? Justifique sua resposta.

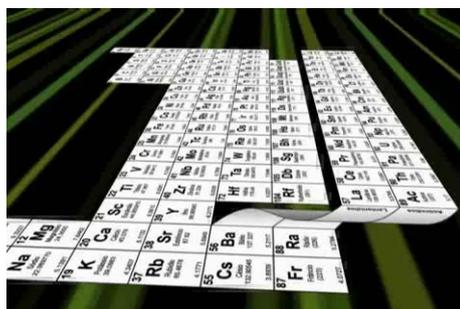


Notícia 2

- “Gases poluentes são responsáveis por muitas doenças respiratórias. Manter o motor regulado ajuda a diminuir a emissão de produtos tóxicos fora e dentro do carro”
Revista Veja, abril de 2009.



Poluição atmosférica



POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA × DANOS À SAÚDE		
Contaminante	Efeitos à saúde	Principais fontes
Monóxido de carbono (CO)	Impede o transporte de oxigênio no sangue, causa danos aos sistemas nervoso central e cardiovascular.	Queima de combustíveis fósseis.
Óxidos de enxofre (SO ₂ e SO ₃)	Doenças cardiovasculares e respiratórias.	Combustão de carvão e petróleo com enxofre.
Óxidos de nitrogênio (NO e NO ₂)	Danos ao aparelho respiratório.	Combustão do gás nitrogênio a altas temperaturas na queima de combustíveis.
Hidrocarbonetos (C _n H _m)	Alguns têm propriedades cancerígenas, teratogênicas ou mutagênicas.	Uso de petróleo, gás natural e carvão.
Macromoléculas	Danos aos sistemas respiratório, gastrointestinal, nervoso central, renal etc.	Atividades industriais, transporte e combustão.

Química Cidadã, volume 1, 2011.

Difusão dos gases

- Qual dos gases abaixo terá uma maior difusão?
- CO, SO₂, SO₃, NO, NO₂ e CH₄



Utilizando o texto (página 124)

- Quando começou a poluição atmosférica?
- O que agravou ainda mais o desequilíbrio causado na atmosfera?
- O que as alterações climáticas podem causar?
- Já existiram catástrofes no planeta Terra?
- O que aconteceu no início do século XX que deu início a grandes mudanças climáticas?



Smog

- Final do século XVIII: combustão do carvão
- Combustíveis derivados do petróleo
- Começaram a surgir os primeiros sinais de poluição atmosférica
- Europa: fumaça (smoke) + neblina (fog) = SMOG



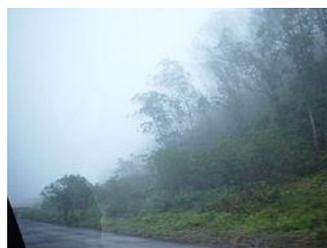
Smog- Londres 1952



“...provocou a morte de 3,5 a 4 mil pessoas”
Química Cidadã, 2011.

O que é a neblina?

- Neblina e smog são a mesma coisa?
- Qual a relação da neblina com a densidade dos gases?



Smog

- Smog é um fenômeno caracterizado pela formação de uma espécie de neblina composta por poluição, vapor de água e outros compostos químicos. Geralmente, o smog se forma em grandes cidades, onde a poluição do ar é elevada e provocada, principalmente, pela queima de combustíveis fósseis (gasolina e diesel) pelos veículos automotores. O smog também ocorre em regiões com grande indústrias poluidoras



Smog (Londres)

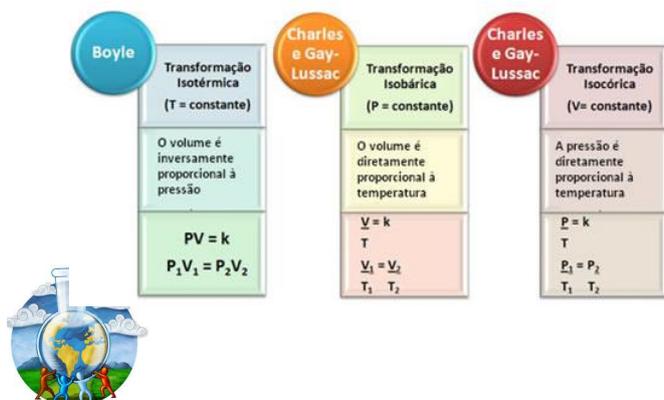


O smog fica pior com a inversão térmica...

- Tarefa de casa: defina inversão térmica e explique esse fenômeno utilizando a densidade dos gases e a temperatura.



Transformações gasosas



Exercícios

- Certa massa de oxigênio ocupa um volume de 10 litros à temperatura de 27 °C e pressão de 150 mmHg. O volume ocupado pela mesma massa de oxigênio à temperatura de 47 °C e 200 mmHg de pressão será:
 - 4 litros
 - 6 litros
 - 8 litros
 - 10 litros
 - 12 litros



Exercício

- Um recipiente fechado de volume V contém certa massa gasosa à temperatura de 27 °C, exercendo uma pressão de 760 mmHg. Após aquecimento, verificou-se que o novo valor da pressão era 2 atm. Supondo desprezível a variação de volume, a nova temperatura, em °C, do sistema será:
 - 327
 - 540
 - 600



Estudo dos Gases -II



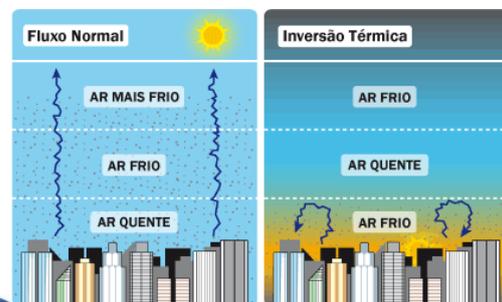
Professora Ana Karoline Maia
karoline.quimica@gmail.com

Notícia 3

- “Doenças respiratórias e alergias ocorrem com maior frequência em dias de inversão térmica. Crianças e idosos devem redobrar os cuidados. Neste mês, a cidade de São Paulo registrou vários dias de inversão térmica. Nesse período, há muita nebulosidade nas primeiras horas da manhã, aquecimento ao meio-dia e queda brusca de temperatura ao final da tarde.” Revista época, junho de 2003.



Inversão térmica



Estudo dos gases

Variáveis: P, V e T

$P \cdot V = \text{constante}$

T

Isole V:

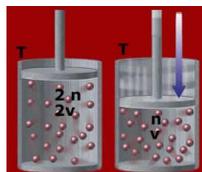
Hipótese de Avogadro: volumes iguais de gases diferentes nas mesmas condições de T e P contém o mesmo número de moléculas.



Hipótese de Avogadro

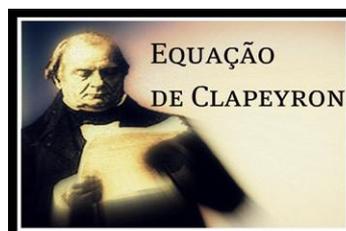
- O volume ocupado por um gás é diretamente proporcional à sua quantidade de matéria.

1 mol de gás = 1V
2 mols de gás = 2V
3 mols de gás = 3V
n mol = nV



Logo...

- $V = (n \cdot T) / P$
- $V = (n \cdot R \cdot T) / P$
- $PV = nRT$



$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$$



Constante dos gases

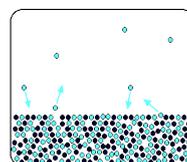
$$\text{a) } R = PV/nT = \frac{1 \text{ atm} \cdot 22,4 \text{ L}}{273 \text{ K} \cdot 1 \text{ mol}} = 0,082 \frac{\text{atmL}}{\text{k mol}}$$

$$\text{b) } R = PV/nT = \frac{760 \text{ mm de merc.} \cdot 22,4 \text{ L}}{273 \text{ K} \cdot 1 \text{ mol}} = 62,3 \frac{\text{mm merc L}}{\text{k mol}}$$



Transformação Gasosa- Sistema aberto

- A quantidade de matéria (n) do gás dentro de um sistema aberto é inversamente proporcional à temperatura.
- $PV=nRT$
- $PV/R= nT$



Exercício

- Uma quantidade de matéria igual a 5 mols de um gás ideal, a uma temperatura de 27 °C, ocupa o volume de 16,4 L. A pressão exercida por essa quantidade de gás é:
- (Dado: $R: 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)
- a) 0,675 atm
- b) 0,75 atm
- c) 6,75 atm
- d) 7,5 atm



Exercício

- Calcule a que temperatura (em °C) de 10 mols de monóxido de carbono que ocupa um volume de 20L e uma pressão de 4,1 atm. (R= 0,082 atm.L/K.mol)



Exercício

- Calcule a quantidade de matéria de gás metano que exerce pressão de 332560 Pa à temperatura de 47°C, ocupando um volume de 320 mL. (Dado: R= 8,314Pa.m³/mol.K)



Exercício

- (UFBA) 30g de uma substância pura, no estado gasoso, ocupam um volume de 12,3 L à temperatura de 327° C e à pressão de 3 atm. Calcule a massa molecular dessa substância



Estudo dos Gases -III



Professora Ana Karoline Maia
karoline.quimica@gmail.com

Notícia

- “Névoa seca permanece na capital federal de agosto até meados de setembro” Correio Braziliense, 1 de agosto de 2012.



- “Assim como a neblina, a névoa **seca** (também conhecida por **bruma seca** ou **nevoeiro fotoquímico** - ou ainda *haze*, em inglês) é formada quando há a condensação de vapor d'água, porém em associação com a poeira, fumaça e outros poluentes, o que dá um aspecto acinzentado ao ar. É muito comum a ocorrência desse fenômeno nas grandes cidades e metrópoles, sobretudo nos dias frios de inverno, quando ocorrem associados à presença de uma inversão térmica.”





- **Cuidados de Saúde para driblar a baixa umidade.**
- 1) Use sempre protetor solar e creme hidratantes na pele.
- 2) Use protetor labial e manteiga de cacau para evitar que os lábios rachem.
- 3) Beba bastante água. Tente aproximar-se de 3 litros durante o dia. Beba também água de coco e bebidas isotônicas (com moderação).
- 4) Evite a prática de esportes nos horários mais quentes do dia.
- 5) Faça refeições leves com muitas frutas. Mexerica (tangerina), Laranja e Melancia são ótimas para reidratação.
- 6) Evite consumo excessivo de bebidas alcoólicas e bebidas com cafeína, como café, guaraná, energéticos e alguns chás.



Tarefa de casa

- Faça um resumo do texto utilizado nas aulas de química (pág 127 a 129) anotando os principais pontos em seu caderno.



Exercício 2

- Qual a temperatura que deve ser aquecido um gás em recipiente aberto a fim de que $\frac{1}{3}$ do gás que ele encerra, a $27\text{ }^{\circ}\text{C}$, seja expulso do recipiente.



Exercício 3

- (Unisa –SP) A que temperatura deve ser aquecido um frasco aberto, contendo um gás, de modo que permaneça metade do número de moléculas que o mesmo possuía a 27°C .



Cinética Química parte I



Professora Ana Karoline Maia
karoline.quimica@gmail.com

Notícia



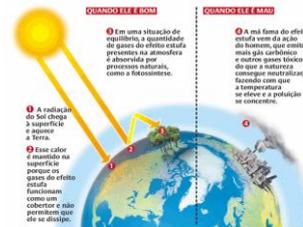
Detran DF não fiscaliza a emissão de gases no DF

Efeito estufa e aquecimento global

Está vinculado a produção de CO₂

Queima de combustíveis (fósseis)

Reação de combustão



- Que atitudes podem ser tomadas para apagar um incêndio? Será que podemos retardar ou aumentar a rapidez de uma reação de combustão?



Reação de combustão

O que é necessário para que a reação de combustão ocorra?



- Conhecendo o processo de combustão é possível controlar o fogo de incêndios, reduzindo sua ocorrência e diminuindo seus danos.
- Presença de materiais como madeira e tecido, uso de velas e botijões de gás, sobrecarga em redes elétricas inadequadas, aumentam o risco de acidentes pela associação imediata dos agentes do fogo: combustíveis, faíscas e presença do ar.



Como apagar um incêndio?

CLASSES DE INCÊNDIO	TIPO DE EXTINTOR			
	AGUA	ESPUMA	CO ₂	PQS "BC"
A PAPEL MADEIRA TECIDOS BORRACHA FIBRAS	SIM	SIM	NÃO	NÃO *
B GASOLINA QUEROSENE ÓLEO SOLVENTES G.L.P.	NÃO	SIM	SIM	SIM
C EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS ENERGIZADOS	NÃO Conduz corrente	NÃO Conduz corrente	SIM	SIM
D PÓ DE ALUMÍNIO MAGNÉSIO ZIRCONIO POTÁSSIO TITÂNIO	NÃO Provoca explosão	NÃO Provoca explosão	NÃO	NÃO **

* Existe o pó multi-uso "ABC" usado com eficiência também em fogo de Classe "A"
 ** Existem pês especialmente indicados para a Classe "D" podendo ainda ser utilizado como alternativa grafite, limalha e de ferro ou areia seca.



Rapidez de uma reação

- A unidade de tempo deve levar em conta a reação em estudo:
- Explosão de um gás de cozinha: segundos
- Combustão de uma vela: minutos
- Enferrujamento de uma lâmina de ferro: dias
- O estudo da rapidez de uma reação está associado com o **MOVIMENTO DAS**



MOLÉCULAS

TEORIA DAS COLISÕES

- Conhecer como ocorre uma reação química é de extrema importância para controle da sua rapidez: exemplo da combustão



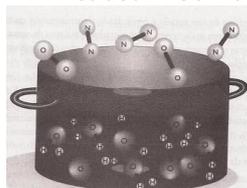
Teoria das colisões

- Como não é possível visualizar átomos e suas formas de interação, os químicos desenvolveram teorias, ou modelos que explicam como as reações químicas se desenvolvem.



Teoria das colisões

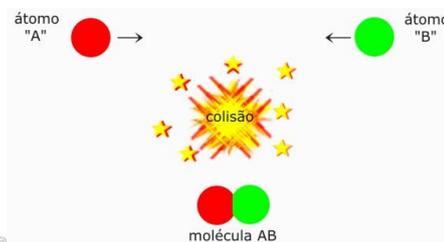
- Reagentes quando colocados em contato, causam ou não uma reação química.



“Um queijo minas frescal armazenado em uma atmosfera modificada com 70% de gás carbônico e 30% de gás nitrogênio tem sua durabilidade aumentada em cinco vezes.” Química Cidadã.

Teoria das colisões

- Colisão entre as moléculas (efetiva ou não efetiva)



Teoria das colisões

- Colisão com orientação favorável



Algumas orientações possíveis durante a colisão	Resultado
	Orientação desfavorável: a colisão não é efetiva e não ocorre reação.
	Orientação desfavorável: a colisão não é efetiva e não ocorre reação.
	Orientação favorável: a colisão pode ser efetiva e pode ocorrer reação.

Teoria das colisões

- Energia necessária para que a reação ocorra.



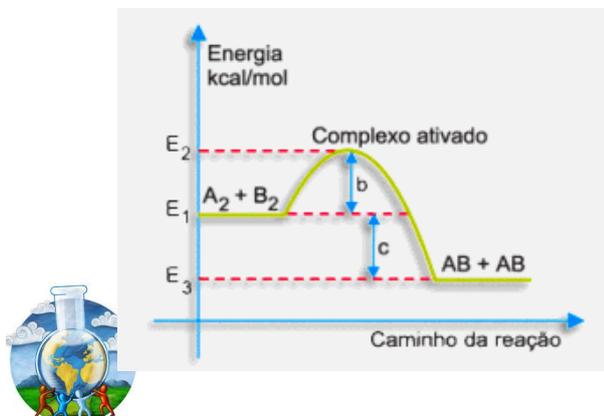
Assim...

- São quatro fatores fundamentais para que ocorra uma reação química:
- As substâncias sejam reativas;
- Ocorra choque entre as moléculas;
- O choque entre as moléculas ocorra com orientação favorável.



- O choque orientado favoravelmente possua energia suficiente para formar o produto.

Gráfico



Cinética Química – parte II Fatores que influenciam a rapidez de uma reação



Professora Ana Karoline Maia
karoline.quimica@gmail.com

Com base na teoria das colisões...

Por que os alimentos se conservam por muito mais tempo quando colocados na geladeira do que quando estão em temperatura ambiente?



1- Temperatura

- De uma forma geral, um aumento de temperatura gera aumento na rapidez das reações químicas.
- Quanto maior a energia cinética, maior será o número de colisões e maior será a rapidez de uma reação química.
- A rapidez de uma reação é proporcional a sua temperatura.



- “ Navios naufragados no litoral brasileiro, como o Corveta do Ipiranga, em Fernando de Noronha, enferrujam mais rapidamente do que os navios naufragados próximos aos polos norte e sul...” Química Cidadã, 2011.



- Por que um escoteiro sabe que para acender uma fogueira é necessário juntar gravetos bem finos, ao invés de usar lenha?



2- Superfície de contato

- Aumentando a superfície de contato entre as partículas dos reagentes, aumenta-se a frequência de choques entre elas, o que provoca um aumento nas colisões eficazes, influenciando na rapidez da reação.
- Quanto maior a superfície de contato, maior a rapidez de uma reação.



“Um incêndio destruiu um pequeno depósito de reciclados numa fábrica de papelão, na Lagoinha, Ribeirão Preto.” Gazeta, 27/8/2012

3- Concentração

- Quanto maior o número de partículas dos reagentes, maior a probabilidade de choque entre elas e conseqüentemente, mais rápida será a reação.





Aumentando a concentração de oxigênio fornecida para bebês recém nascidos, as reações de oxigenação de seu corpo são aceleradas e com isso eles gastam menos energia.

4- Mecanismo da reação

- Normalmente, uma reação química se desenvolve por etapas. Cada etapa recebe o nome de reação elementar. A sequência dessas etapas conduz à reação global.
- *Ter conhecimento do mecanismo de uma reação é conhecer todas as etapas que levam os reagentes aos produtos.*
- A velocidade da reação global é determinada pela etapa lenta da reação, que é denominada etapa determinante da velocidade, visto que a velocidade da reação global é a mesma velocidade da etapa lenta



5- Catalisador

- 1835: Berzelius publicou um trabalho comunicando que poderia aumentar a rapidez de uma reação química acrescentando determinadas substâncias, que no entanto, não eram consumidas.
- O mecanismo de ação dos catalisadores são complexos e ainda não foram totalmente esclarecidos.



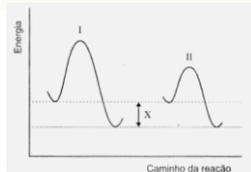
A etapa mais lenta da reação é a que determina a rapidez de uma reação.

Reação não elementar é aquela que ocorre em etapas.

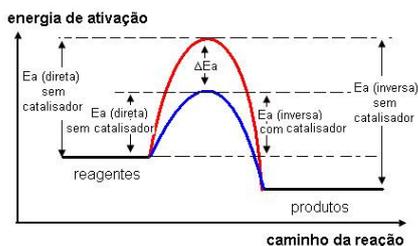
Reação analisada: $\text{NO}_{2(g)} + \text{CO}_{(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)} + \text{NO}_{(g)}$

Etapa lenta: $\text{NO}_{2(g)} + \text{NO}_{2(g)} \rightarrow \text{NO}_{(g)} + \text{NO}_{3(g)}$

Etapa rápida: $\text{NO}_{3(g)} + \text{CO}_{(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)} + \text{NO}_{2(g)}$



- A maioria dos catalisadores pode ser recuperado no final do processo.
- A maioria age na etapa mais lenta da reação.
- Facilita a formação do complexo ativado por exigir menor quantidade de energia para a sua formação.

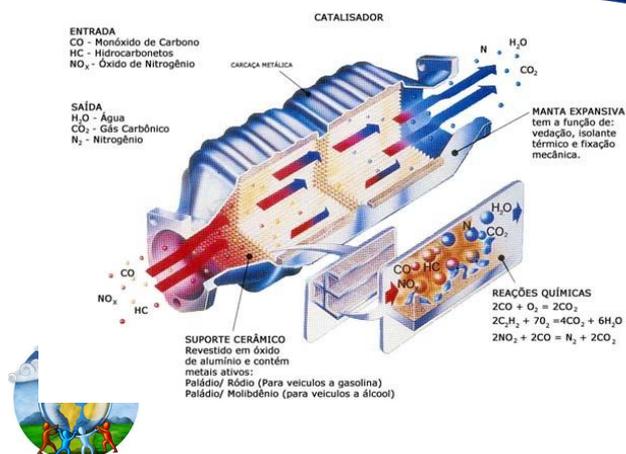
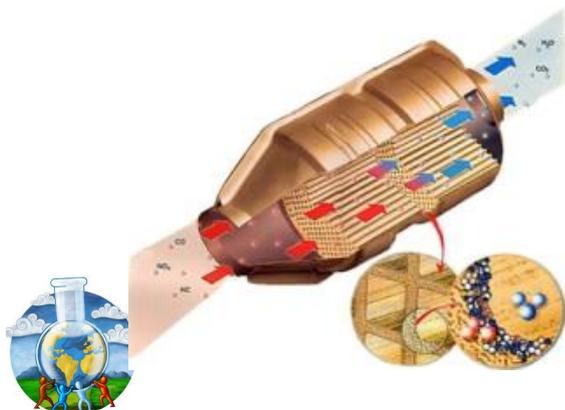


Inibidores

- Atua diminuindo a rapidez de uma reação química.
- Exemplo: conservantes



Catalisador automotivo



Exercícios para revisão

- 1-Em um incêndio, causado por vazamento de gás. Qual seria o procedimento mais fácil para apagar a chama do gás: despejar água na chama ou jogar uma toalha molhada em cima do local onde está escapando gás? Justifique.



- 2-O que é energia de ativação de uma reação?
- 3- Por que o aumento da temperatura aumenta a rapidez de uma reação química?
- 4-Explique o que é o complexo ativado.
- 5-Qual medicamento teria um efeito mais rápido: o líquido ou o em comprimido?
Explique



- **6-(U. F. Juiz de Fora-MG)** Muitas das reações químicas que ocorrem no nosso organismo, nas indústrias químicas e na atmosfera são afetadas por certos catalisadores. Por exemplo, no homem, as enzimas são os catalisadores das reações bioquímicas. A função destes nas reações químicas é:
 - a) diminuir a energia de ativação da reação.
 - b) tornar espontânea uma reação não espontânea.
 - c) deslocar o equilíbrio da reação.
 - d) diminuir a entalpia total de uma reação.



- **7-(Unifor - CE)** A água atua com maior intensidade (maior rapidez de reação) sobre o ferro quando ela
 - a) está quente e o ferro, em barras, está à temperatura ambiente.
 - b) é vapor e o ferro, em limalha, está aquecido.
 - c) está fria e o ferro, em barras, está frio.
 - d) é sólida e o ferro, em limalha, está aquecido.
 - e) é vapor e o ferro, em limalha, está à temperatura ambiente.



Cinética Química Química Verde



Professora Ana Karoline Maia
karoline.quimica@gmail.com

Química verde

- O que é a química verde?



Química Verde

- Década de 1990: químicos de diversos países estavam desenvolvendo processos químicos para contribuir na redução do consumo de materiais e de energia.
- Esse movimento ficou conhecido com Química Verde.



Os 12 princípios da Química Verde.		
<p>1. Prevenção: É mais barato evitar a formação de resíduos tóxicos do que tratá-los depois que eles são produzidos;</p> 	<p>2. Eficiência Atômica: As metodologias sintéticas devem ser desenvolvidas de modo a incorporar o maior número possível de átomos dos reagentes no produto final;</p> 	<p>2. Síntese Segura: Deve-se desenvolver metodologias sintéticas que utilizam e geram substâncias com pouca ou nenhuma toxicidade à saúde humana e ao ambiente;</p> 
<p>4. Desenvolvimento de Produtos Seguros: Deve-se buscar o desenvolvimento de produtos que, após realizarem a função desejada, não causem danos ao ambiente;</p> 	<p>5. Uso de Solventes e Auxiliares Seguros: A utilização de substâncias auxiliares, como solventes, agentes de purificação e secantes, precisa ser evitada ao máximo; quando inevitável a sua utilização, essas substâncias devem ser inócuas ou facilmente reutilizadas;</p> 	<p>6. Busca pela Eficiência de Energia: Os impactos ambientais e econômicos causados pela geração de energia utilizada em um processo químico precisam ser considerados.</p> 
<p>7. Uso de Fontes de Matéria-Prima Renováveis: O uso de biomassa como matéria-prima deve ser priorizado no desenvolvimento de novas tecnologias e processos;</p> 	<p>8. Evitar a Formação de Derivados: Processos que envolvem intermediários com grupos bloqueadores, proteção de proteção, ou qualquer modificação temporária da molécula por processos físicos ou químicos devem ser evitados;</p> 	<p>9. Catálise: O uso de catalisadores (tão seletivos quanto possível) deve ser escolhido em substituição aos reagentes estequiométricos;</p> 
<p>10. Produtos Degradáveis: Os produtos químicos precisam ser projetados para a biocompatibilidade. Após sua utilização, não deve permanecer no ambiente, degradando-se em</p> 	<p>11. Análise em Tempo Real para a Prevenção da Poluição: O monitoramento e controle em tempo real, dentro do processo, deverão ser viabilizados. A possibilidade de formação de substâncias tóxicas deverá ser</p> 	<p>12. Química Intrinsecamente Segura para a Prevenção de Acidentes: O monitoramento e controle em tempo real, dentro do processo, deverão ser viabilizados. A possibilidade de formação de substâncias tóxicas deverá ser</p> 

Tarefa de casa

- Em seu caderno escreva o conceito de Química Verde e pesquise um produto comercial que se encaixe nesses princípios.



