

Uma proposta didática com abordagem CTS para o estudo dos gases e a cinética química utilizando a temática da qualidade do ar interior

Silvaney de Oliveira

Orliney Maciel Guimarães

Leonir Lorenzetti

Resumo

As propostas de abordagens que contemplam as interações ciência-tecnologia-sociedade (CTS) têm se mostrado como alternativa para um Ensino de Ciências que promova a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) dos estudantes. Nessa perspectiva, desenvolvemos uma pesquisa qualitativa de natureza interpretativa através de uma intervenção pedagógica na disciplina de Química com uma turma do Ensino Médio de uma escola pública na região metropolitana de Curitiba-PR. A proposta didática de uma abordagem temática CTS foi construída a partir de uma série de parâmetros de ACT articulados com a temática da Qualidade do Ar Interior (QAI) e com os conteúdos disciplinares relativos ao Estudo dos Gases e a Cinética Química. Neste artigo, discutimos os pressupostos teóricos que amparam a referida proposta, descrevemos a sequência das aulas e explicitamos os parâmetros utilizados para sua construção e desenvolvimento. Consideramos que a proposta permite uma efetiva implementação de abordagens CTS a partir da temática analisada.

Palavras-chave: CTS, ACT, Ensino Médio, Ensino de Química, QAI.

Abstract

A didactic proposal with CTS approach to the study of gases and chemical kinetics using the issue of indoor air quality

The proposed approaches that address the interactions science-technology-society (STS) have been shown as an alternative for teaching Science to promote scientific and technological literacy (STL) of students. In this perspective, we developed a qualitative research to interpretation, through an educational intervention on the subject of Chemistry with a high school class in a public school in the metropolitan region of Curitiba-PR. The didactic proposal for a thematic approach CTS was built from a series of articulated ACT parameters with the issue of Indoor Air Quality (IAQ) and the subject matter for the Gas Studies and Chemical Kinetics. In this article, we discuss the theoretical assumptions that support this proposal, describe the sequence of lessons and explain the parameters used for its construction and development. We consider that the proposal allows for effective implementation of CTS approaches from the measured subject.

Keywords: STS; STL; High School, Chemistry teaching; IAQ.

Introdução

Desde o último século, a humanidade tem experimentado um avanço sem precedentes nos desenvolvimentos científicos e tecnológicos. Os limites da ciência parecem cada vez mais distantes e os aparatos tecnológicos cada dia mais complexos, versáteis e indispensáveis. Ao mesmo tempo em que ficamos maravilhados com as novidades tecnológicas e com as diversas possibilidades apresentadas pela ciência, fica também mais evidente a necessidade de um olhar crítico para os problemas que este modelo de desenvolvimento carrega consigo, especialmente no que se refere às suas implicações.

Independentemente de suas origens políticas ou sociais, estes desafios refletem no contexto educacional e nas práticas pedagógicas. No Brasil, desde a década de 80 do século passado, iniciativas educacionais apontam nesta direção e, mais recentemente, nas diretrizes e parâmetros do Ensino Médio, nas quais sinalizam a importância do contexto social nas discussões sobre a ciência e a tecnologia (STRIEDER, 2008).

Na busca por um modelo de ensino capaz de contemplar os desafios apresentados pela sociedade atual, existem diferentes abordagens metodológicas relacionadas ao Ensino de Ciências. Dentre elas, apresentam-se as ramificações no contexto educacional de um movimento surgido em meados do século passado, o Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). As abordagens CTS enfatizam as relações entre o contexto sociocultural dos personagens envolvidos no processo de ensino-aprendizagem e os conceitos científico-tecnológicos, possibilitando discussões sobre a natureza da ciência, a natureza da tecnologia, seus desdobramentos sociais e inter-relações.

Apesar de não haver consenso em relação à sigla CTS, quando transposta para o contexto educacional brasileiro (STRIEDER, 2012), as propostas que discutem essas interações têm se mostrado como alternativas para um Ensino de Ciências que promova a alfabetização científica e tecnológica (ACT) através da apropriação de conhecimentos científicos e tecnológicos, associados à incorporação de atitudes e valores necessários para o exercício da cidadania (AULER e DELIZOICOV, 2001; SANTOS e MORTIMER, 2002; SANTOS e SCHNETZLER, 2003; PINHEIRO, SILVEIRA e BAZZO, 2007; STRIEDER, 2008; BOCHECO, 2011).

Considerando-se a atualidade dessas discussões e a necessidade reflexões amparadas em experiências concretas de sala de aula, propomos uma inserção didática para o Estudo dos Gases e a Cinética Química no Ensino Médio a partir de uma abordagem temática CTS.

O tema norteador de nossa proposta foi a Qualidade do Ar Interior (QAI), escolhido por seu potencial como elemento articulador das discussões CTS, sua abrangência e principalmente por importância social, visto que a garantia do ar interior saudável é reconhecida como um direito

básico do ser humano pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e um fator determinante para a saúde e bem-estar de todos (OMS, 2009).

No intuito de explicitar aspectos relevantes da referida proposta, pretendeu-se neste artigo, em um primeiro momento, discutir os pressupostos teóricos que ampararam a construção da proposta, a fim de propiciar reflexões sobre a utilização de abordagens CTS no Ensino Médio, em especial no ensino de Química. Posteriormente, a temática da QAI foi analisada em relação ao seu potencial como tema articulador das relações CTS. Finalmente, apresenta-se uma descrição detalhada da unidade didática, destacando a sequência das aulas e os parâmetros utilizados para sua construção e desenvolvimento.

A química no ensino médio e a cidadania

A Química, como ciência historicamente construída, estuda a composição da matéria, sua constituição e transformações, participando do desenvolvimento científico e tecnológico da humanidade. Esta ciência, quando transposta para o contexto escolar, possui o potencial para ampliar a compreensão da natureza e dos processos tecnológicos que permeiam a sociedade, oportunizando uma nova interpretação do mundo e maior autonomia para o exercício da cidadania.

No entanto, muitas vezes, esse mesmo conhecimento quando abordado em sala se reduz à resolução de exercícios, nos quais o aluno aprende determinado conceito unicamente para aplicá-lo em atividades propostas pelo professor. Esse tratamento estritamente conceitual, além de resultar em desinteresse pelas disciplinas científicas (PRAIA, GIL-PÉREZ e VILCHES, 2007), também relega aos próprios estudantes a tarefa de estabelecerem a relação entre conceitos disciplinares estanques e seu cotidiano (BOCHECO, 2011).

Visando superar esse distanciamento da realidade e extrema abstração conceitual que caracterizam o ensino de Química, defendemos a necessidade de abordar os conteúdos específicos da disciplina atrelando-os ao seu contexto de aplicação e, ao focar sua função social, aproximar esses mesmos conceitos da realidade dos estudantes. Acreditamos que essa postura, ao invés de diminuir a importância dos conteúdos disciplinares, agrega novos significados a estes mesmos conteúdos, oportunizando que sua apropriação possibilite novas compreensões sobre sua importância em uma sociedade influenciada pelas relações e inter-relações científico-tecnológicas.

Esta perspectiva está presente nos documentos oficiais e as diretrizes curriculares nacionais assumem, explicitamente, que o conhecimento químico é fundamental para instrumentalizar o aluno na tomada de decisões, servindo como ferramenta cultural para interpretação e

transformação da realidade, promovendo condições para que exerça sua cidadania. Segundo esses documentos:

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

Acreditamos que, para concretização desses objetivos, o Ensino das Ciências deve, acima de tudo, promover a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes. Atingir a meta da ACT implica que os alunos possuam uma sólida base de conhecimentos científicos, bem como a capacidade continuar a aprender, questionar e se posicionar frente aos desafios sociais.

Esta meta alinha-se diretamente com uma orientação CTS, pois as abordagens que contemplam estas interações além de favorecer a problematização de conceitos, também auxiliam 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 (SANTOS e MORTIMER, 2002).

Entretanto, as discussões sobre questões que envolvem as relações da ciência e da tecnologia com a sociedade não são novas e, apesar das potencialidades que apresentam quando transpostas para o contexto educacional, em especial no Ensino de Ciências, torna-se necessário também ressaltar as compreensões, sentidos e significados que vêm sendo construídos sob o campo dos estudos CTS.

As relações e inter-relações CTS

Na atual conjuntura dos estudos sobre as abordagens que contemplam as interações CTS, diversas publicações retratam, com diferentes ênfases, a gênese dessa sigla (AULER, 2002; LINSINGEN, 2007; BOCHECO, 2011; STRIEDER, 2012).

Essas propostas de reformas têm origem em meados do século XX, quando surgiram nos países capitalistas do hemisfério norte vários movimentos de reação acadêmica e social como reflexo da insatisfação em relação à concepção tradicional da ciência e da tecnologia, aos problemas políticos e econômicos relacionados ao desenvolvimento científico e tecnológico e à degradação ambiental (STRIEDER, 2012). Passou-se a discutir, com diferentes enfoques, a relação

da ciência e da tecnologia com a sociedade. Algumas dessas iniciativas davam mais ênfase às implicações dos avanços tecnológicos na dinâmica social, enquanto outras se dedicavam a refletir sobre a natureza do conhecimento científico, defendendo que a ciência não é uma atividade autônoma e neutra, alheia a opiniões ou interesses externos (GARCIA, CEREZO e LUJÁN, 1996).

Essas discussões repercutiram no campo educacional e, segundo Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007), os estudos CTS são reflexo dessa época, servindo como base para construir currículos em vários países, em especial os das disciplinas científicas, dando prioridade a uma alfabetização em ciência e tecnologia interligada ao contexto social.

Na América Latina, a origem das discussões CTS se encontra na reflexão da ciência e da tecnologia como competência das políticas públicas. O Pensamento Latino-Americano de Ciência-Tecnologia-Sociedade (PLACTS) surge no final dos anos 1960 como crítica à situação da ciência e da tecnologia e de alguns aspectos da política estatal (VACCAREZZA, 1998). Em sua essência, o PLACTS defendia que as inovações tecnológicas não são socialmente neutras e que os fatores econômicos, políticos e sociais implicam no desenvolvimento de determinadas soluções em detrimento de outras. Nesse sentido, o PLACTS também chamava a atenção para o fato de que a festejada importação de tecnologia que se fazia à época, de forma acrítica, trazia, nos artefatos, uma série de características culturais, muitas vezes estranhas às culturas locais (HERRERA, 1995).

Especificamente no Brasil, os currículos de ciências começaram a incorporar as discussões CTS no final da década de 1980, quando passou a ser reivindicado um Ensino de Ciências que atendesse as relações científico-tecnológicas do mundo contemporâneo e promovesse a consolidação da democracia (STRIEDER, 2012). Segundo Krasilchick (1987), a crise econômica, a busca por industrialização, informatização e desenvolvimento, associadas ao momento de transição política pelo qual o país passava, contribuíram para que essas discussões fossem introduzidas no país.

Desde então, vêm sendo elaboradas, desenvolvidas e avaliadas várias propostas de ensino que possuem como referência as relações CTS. Segundo Strieder (2008), essas propostas apresentam uma grande diversidade de posicionamentos e, apesar da complexidade intrínseca das questões envolvidas, de um modo geral, os estudos CTS compartilham duas características comuns: (i) a busca por um modelo de ensino que contribua para uma mudança da compreensão do papel que a ciência e a tecnologia exercem na sociedade e vice-versa e, (ii) o desenvolvimento de uma aprendizagem social, capaz de oportunizar o cidadão a utilizar os conhecimentos escolares para se posicionar criticamente e decidir sobre questões relacionadas ao contexto científico-tecnológico.

Considerando esta perspectiva, quando se pretende articular uma proposta de ensino a uma abordagem CTS, independentemente do referencial teórico adotado, há que se ter em mente a necessidade de enfatizar a dimensão social do conhecimento científico-tecnológico e o

potencial transformador desse conhecimento. Trata-se, fundamentalmente, de uma mudança de olhar em relação aos saberes escolares, através do qual a prática docente, no discurso do professor, precisa intermediar a análise e a discussão desses saberes, aproximando os conteúdos disciplinares da realidade vivida pelos estudantes, desconstruindo a ideia de que esses conhecimentos são neutros, autônomos e desprovidos de significado para além dos muros da escola.

Se por um lado isso implica em ressaltar que a ciência, a tecnologia e a sociedade influenciam-se mutuamente e que a compreensão dessa interdependência é necessária para interpretar e atuar em uma sociedade profundamente influenciada por suas inter-relações, por outro lado, no âmbito educativo, isso só se torna possível a partir do conhecimento de características e sentidos socioculturais historicamente construídos sobre cada um desses elementos (LISINGEN, 2007). Desse modo, para compreender a interdependência dos elementos que formam a sigla CTS e a maneira como se interligam é preciso, antes de tudo, compreender cada um deles.

Em síntese, defendemos que uma abordagem CTS implica em analisar aspectos relacionados à ciência, à tecnologia e à sociedade e que, através da reflexão sobre as especificidades de cada um desses conceitos, é possível criar novas compreensões sobre suas relações e inter-relações. São essas compreensões que viabilizam a interpretação do mundo em que vivemos e possibilitam atitudes no sentido de sua transformação.

Abordagem temática CTS

No tocante à implementação de abordagens CTS, várias propostas educacionais para o Ensino de Ciências preconizam uma nova organização curricular baseada em temas (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2002; SANTOS e MORTIMER, 2002; SANTOS e SCHNETZLER, 2003; STRIEDER, 2008; BOCHECO, 2011). Nesta configuração, os conteúdos específicos das disciplinas são selecionados a partir de temas socialmente relevantes e que potencializem discussões relacionadas à ciência e à tecnologia.

Essa tendência já foi demarcada por Santos e Schnetzler (2003), que ao realizarem uma revisão bibliográfica sobre as propostas de ensino pautadas nas abordagens CTS, apontam que todos os artigos revisados recomendam o desenvolvimento dessas abordagens a partir de temas, por esses “evidenciarem as inter-relações dos aspectos CTS e propiciarem condições para o desenvolvimento de atitudes de tomada de decisão dos alunos.” (SANTOS e SCHNETZLER, 2003, p. 74).

No entanto, Santos e Mortimer (2002), destacam que grande parte do que é nomeado como abordagem CTS não passa de inserções esporádicas de aspectos relacionados a uma

determinada temática como meio de fazer relações pontuais entre o conteúdo científico e o cotidiano em uma perspectiva meramente motivacional. Os autores também esclarecem que, em outras iniciativas, mantém-se uma organização estritamente disciplinar e alguns temas CTS são introduzidos em uma configuração que se tem classificado como *enxertos CTS* (WALKS, 1990 *apud* PINHEIRO, SILVEIRA e BAZZO, 2007).

Percebe-se, assim, que uma abordagem temática CTS deve procurar estabelecer um equilíbrio entre os conteúdos disciplinares e as discussões CTS. Requer uma sólida abordagem conceitual e, concomitantemente, concentrar o planejamento didático-pedagógico no desenvolvimento das inter-relações político-sociais existentes entre a ciência, a tecnologia e a sociedade (BOCHECO, 2011).

Sobre a relação entre os conteúdos disciplinares e a abordagem de temas, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), recomendam que a seleção desses conteúdos seja definida a partir de temas, subordinando a escolha dos conceitos científicos a serem trabalhados à compreensão desses temas. Para os autores, os temas são selecionados conforme sua relevância e importância para o contexto social dos alunos e, através de sua análise, os alunos são levados a problematizar ou questionar seus próprios conhecimentos até perceberem a necessidade do uso do conhecimento científico para a explicação das situações apresentadas.

Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), orientam que a abordagem temática deve seguir uma sequência de três etapas, denominada de Três Momentos Pedagógicos (3MP). Os 3MP propõem o estabelecimento de uma dinâmica dialógica em sala de aula entre o professor e os alunos objetivando a construção/reconstrução do conhecimento e caracterizam-se por três etapas: *problematização inicial*, *organização do conhecimento* e *aplicação do conhecimento*. Na primeira, os alunos são incentivados a pensar e a problematizar sobre situações apresentadas, visando levantar a discussão e seus conhecimentos prévios. Em seguida, é realizada a organização do conhecimento. Nesta etapa, o professor desenvolve os conhecimentos necessários para a compreensão do tema central e das questões apresentadas na problematização inicial. A aplicação do conhecimento é realizada tanto para aprofundar as questões iniciais levantadas pelos alunos, quanto para discutir outras situações relacionadas ao tema que não foram abordadas previamente.

A partir dessas considerações e das reflexões sobre a importância de enfatizar as interações CTS quando se busca um ensino de Química vinculado à formação da cidadania, optamos por utilizar a temática da *Qualidade do Ar Interior* como norteadora de nossa proposta de ensino e por desenvolvê-la segundo as orientações para o trabalho com temas sugeridas por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002). Salienta-se que a escolha da temática se deu em função de sua abrangência e importância social, associados às suas potencialidades para articular os conteúdos disciplinares de Química com as discussões CTS.

A qualidade do ar interior

Na busca pela valorização e melhoria da qualidade de vida das pessoas, torna-se indispensável um maior cuidado com a qualidade do ar que respiramos.

Num primeiro momento, nossa maior preocupação repousa na qualidade do ar exterior. No entanto, atualmente as pessoas passam a maior parte do seu tempo no interior de edifícios ou em meios de transporte (GAMEIRO, 2008) e nesses ambientes, ao contrário do que se imaginava, também há uma carga elevada de poluentes típicos desses espaços e a qualidade de vida acaba condicionada pelas limitações que estes possam apresentar (VERDELHOS, 2011).

A qualidade do ar interior (QAI) tem sido referida como um dos principais riscos ambientais para a saúde pública e segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), a poluição do ar interior é o oitavo fator de risco mais importante, responsável por 2,7% dos casos de doenças no mundo (OMS, 2008) e um fator determinante para saúde e bem-estar de todos (OMS, 2009). A relevância da temática se torna ainda mais explícita se confrontada as estatísticas de que atualmente passamos cerca de 80 a 90% do tempo em ambientes fechados (WANG, ANG e TADE, 2007; ASHMORE e DIMITROULOPOULOU, 2009; HERBERGER et al., 2010).

Embora nos últimos anos se tenha observado grandes avanços no nível de conhecimento da QAI, ainda se verifica uma falta de sensibilização e informação acerca deste tema, sobretudo por parte dos ocupantes. O ar interior é visto como resultado do clima interior, estando apenas relacionado com os aspectos do conforto térmico, apesar de que estudos desenvolvidos pela United States Environmental Protection Agency (EPA) demonstram que o nível de poluição do ar no interior dos edifícios pode atingir valores duas a cinco vezes – e, ocasionalmente, mais de 100 vezes – superiores ao do ar exterior (EPA, 2012).

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

Dessa forma, defendemos a necessidade de discussões sobre a QAI no contexto educacional, dada sua relevância social, sua importância para a saúde pública e seu potencial para democratização de conceitos científicos e tecnológicos quando articulada aos pressupostos de uma abordagem CTS.

Os parâmetros norteadores da proposta

Para construção e implementação de uma proposta de inserção em sala de aula de uma abordagem temática CTS, é necessário considerar as dificuldades intrínsecas às questões

relacionadas à tríade CTS e sua transposição para o contexto educacional. Qualquer discussão desta natureza envolve muitas variáveis que dão margem para uma série de recortes e entendimentos.

Tendo isso em mente, buscamos construir uma proposta de abordagem CTS que potencializasse a alfabetização científica e tecnológica dos alunos, sem privilegiar apenas o desenvolvimento de conceitos científicos ou apenas as discussões relacionadas a questões sociais, mas que considerasse todos os elementos da tríade CTS e seus imbricamentos.

Para este fim, num primeiro momento, selecionamos dentre os conteúdos específicos da disciplina aqueles que possuíam um maior potencial de articulação com o tema. Os conteúdos escolhidos foram o Estudo dos Gases e a Cinética Química. Esta escolha repousa na afinidade entre os assuntos e a temática, visto que a maioria das substâncias responsáveis pela poluição do ar interior apresenta-se no estado gasoso e sua transformação envolve mecanismos que são objeto de estudo da Cinética Química.

Em seguida, através da análise da temática e dos conteúdos selecionados, buscamos através dessa articulação encontrar subsídios para potencializar as discussões associadas aos aspectos práticos, políticos, éticos e culturais relacionados com as interações CTS. Para esse fim, estruturamos nossa proposta didática a partir de uma série de parâmetros propostos por Bochecho (2011) e que objetivam a articulação dos pressupostos teóricos da sigla com quatro categorias de alfabetização científica e três categorias de alfabetização tecnológica.

Os quatro parâmetros de alfabetização científica considerados na elaboração da proposta foram: *alfabetização científica prática*, *alfabetização científica cívica*, *alfabetização científica cultural* e *alfabetização científica profissional ou econômica*. A *alfabetização científica prática* consiste em abordar o conhecimento científico para compreender fenômenos naturais, processos e artefatos tecnológicos presentes no cotidiano; a *alfabetização científica cívica* pretende estimular debates sobre as implicações sociais da ciência; enquanto que a *alfabetização científica cultural* busca propiciar discussões sobre a natureza, a história e a filosofia da ciência; e, por fim, a *alfabetização científica profissional ou econômica* visa estimular o interesse dos estudantes pela área científica ou tecnológica através de conceitos científicos mais complexos e de pouca aplicabilidade no cotidiano (BOCHECO, 2011).

Os três parâmetros de alfabetização tecnológica utilizados foram: *alfabetização tecnológica prática*, *alfabetização tecnológica cívica* e *alfabetização tecnológica cultural*. A *alfabetização tecnológica prática* visa possibilitar aos alunos a compreensão de conhecimentos tecnológicos presentes em artefatos tecnológicos do cotidiano dos estudantes; a *alfabetização tecnológica cívica* procura debater as implicações da tecnologia na sociedade; e a *alfabetização tecnológica cultural* propõe discutir a natureza da tecnologia e sua relação com a ciência e a sociedade (BOCHECO, 2011).

Cada um dos sete parâmetros representa uma das dimensões de um processo de alfabetização científica e tecnológica. Entretanto, é importante destacar que, apesar de apresentarem sentidos próprios e poderem ser trabalhados individualmente, os objetivos apontados por cada uma das categorias de ACT (prática, cívica, cultural e profissional) estão relacionados entre si e, em conjunto, representam um objetivo maior, que é a formação de cidadãos capazes de compreender e atuar no contexto científico-tecnológico da sociedade atual.

Na Tabela 1 detalhamos como os tópicos abordados na unidade didática foram relacionados com estes parâmetros.

Tabela 1 - Parâmetros de Alfabetização Científica e Tecnológica e a Temática da QAI

| Parâmetros | Tópicos para abordagens relacionadas com o Estudo dos Gases e da Cinética Química através do tema "Qualidade do Ar Interior" |
|---|---|
| Potencial para Alfabetização Científica Prática | <p>Compreensão das principais propriedades dos gases (compressibilidade, difusão e expansibilidade) e a Lei Geral dos Gases Ideais</p> <p>Compreensão do modelo científico atualmente aceito para explicar o comportamento dos gases</p> <p>Reconhecimento dos principais poluentes usualmente encontrados em ambientes internos e quais as principais fontes de emissão</p> <p>Compreensão dos fatores que alteram a velocidade das reações sob a ótica do modelo de partículas</p> <p>Compreensão dos parâmetros de qualidade do ar interior recomendados pela legislação atual</p> |
| Potencial para Alfabetização Científica Cívica | <p>Discussão de atitudes e alternativas para se evitar ou minimizar os efeitos nocivos da poluição do ar em interiores</p> <p>Reflexão sobre o modo como as patologias relacionadas a poluição do ar interior interferem na qualidade de vida das pessoas</p> |
| Potencial para Alfabetização Científica Cultural | Análise do conceito de modelo científico e das limitações das teorias científicas, visando caracterizar a ciência como uma atividade humana, transitória e sujeita a influências internas e externas ao seu processo de construção |
| Potencial para Alfabetização Científica Profissional ou Econômica | Compreensão do princípio de funcionamento dos catalisadores e sua aplicação em diversos processos industriais |
| Potencial para Alfabetização Tecnológica Prática | Compreensão dos aspectos práticos do princípio de funcionamento de aparelhos portáteis utilizados para climatização de ambientes internos |
| Potencial para Alfabetização Tecnológica Cívica | Estabelecimento de critérios para aquisição de um equipamento de climatização ou purificação do ar, levando em consideração a necessidade, o valor, as funções e as relações de custo-benefício envolvidas. |
| Potencial para Alfabetização Tecnológica Cultural | <p>Reflexão sobre a natureza da Tecnologia e o modo como interfere em nossa percepção e interação com a realidade</p> <p>Discussão das relações de neutralidade-intencionalidade e autonomia-controle dos diversos aparatos tecnológicos que fazem parte de nossa vida</p> |

Fonte: Os autores (2014)

Os procedimentos metodológicos

Tendo como objetivo o desenvolvimento de uma proposta de ensino pautada em uma abordagem CTS, a partir da temática da QAI e articulada aos conteúdos específicos de Química relativos ao Estudo dos Gases e à Cinética Química, organizamos um conjunto de aulas, amparados nos sete parâmetros de alfabetização científica e tecnológica propostos por Bocheço (2011).

Por esta investigação se tratar de uma pesquisa qualitativa e de natureza interpretativa (MOREIRA e CALEFFE, 2006), que se preocupa em descrever e investigar a realidade social por meio do seu entendimento subjetivo, selecionamos uma turma do segundo ano do Ensino Médio em um colégio estadual da região metropolitana de Curitiba-PR e, a partir da proposta pedagógica curricular do estabelecimento, elaboramos e desenvolvemos uma inserção pedagógica composta de 14 aulas. A turma era composta de 20 alunos e as atividades foram desenvolvidas entre os meses de setembro e novembro de 2013, respeitando a grade curricular da escola que prevê um total de duas aulas semanais de 50 minutos, totalizando sete semanas.

As aulas foram organizadas procurando seguir as etapas para uso de temas propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002): problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Foram priorizadas atividades que incentivassem o pensamento e o senso crítico dos alunos, como: experimentações, vídeos, discussões e atividades em grupo, trabalhos com textos de livros didáticos, revistas de divulgação científica e publicações da internet.

No decorrer da proposta, cada um dos estudantes ficou responsável por produzir um texto narrativo sobre cada uma das aulas, no qual deveria registrar o máximo de informações possíveis sobre as mesmas (estratégias didáticas, interferências externas e internas, horários, conteúdos ministrados, impressões suas e de seus colegas, etc.). Sempre na aula subsequente, o estudante entregava ao professor seu relato da aula anterior. Como um dos pesquisadores já atuava na instituição de ensino e era professor da turma, optamos pelo próprio pesquisador para desenvolver a proposta junto aos alunos. Enquanto parte integrante do processo, o professor-pesquisador também produziu seu próprio diário das aulas.

As produções textuais do professor e dos alunos, juntamente com as atividades realizadas em sala serviram como base para constituição dos dados da pesquisa. No entanto, neste artigo, nosso foco de interesse não se concentra na análise destes dados, mas repousa em discutir os pressupostos teóricos que amparam a inserção didático-pedagógica e em descrever a sequência das aulas, explicitando os parâmetros utilizados para sua construção e desenvolvimento.

A sequência das aulas

A proposta de distribuição das 14 aulas durante as sete semanas, a lista de recursos e os objetivos de aprendizagem de cada aula são apresentados na Tabela 2. A unidade didática completa, com os textos construídos pelo professor, referências, questões, exercícios, vídeos, etc para cada uma das aulas podem ser acessadas no link disponibilizado no anexo (Anexo 1).

Tabela 2 - Sequência das Aulas para a abordagem CTS utilizando o Tema QAI

| Proposta Didática | | | |
|---|---|---|---|
| <i>O Estudo dos Gases, a Cinética das Reações e a Qualidade do Ar Interior</i> | | | |
| Aula | | Instrumentos didáticos | Objetivos de aprendizagem em relação ao estudante |
| 1 | A Qualidade do Ar Interior | Texto: “Qualidade do Ar Interior” Quadro de giz Roteiro do estudante | Discutir maneiras para se evitar ou minimizar os efeitos nocivos da poluição do ar interior Conhecer os sintomas e as doenças relacionadas com a qualidade do ar interior Conhecer os principais poluentes encontrados em ambientes interiores e seu impacto na saúde |
| 2 | Construindo um Modelo para os Materiais Gasosos | Atividade: “Frasco de perfume aberto” Prática: “Difusão do ácido clorídrico e da amônia” Roteiro do estudante | Refletir sobre as dificuldades de manter a qualidade do ar em ambientes interiores devido a características inerentes ao estado gasoso Compreender o fenômeno da difusão gasosa Compreender os fatores que influenciam na velocidade de difusão dos gases |
| 3 | Construindo um Modelo para os Materiais Gasosos | Práticas: “Seringa com ar”; “Aquecimento de um erlenmeyer cheio de ar”; “Vácuo em um frasco” | Compreender a influência da variação da pressão, do volume e da temperatura no comportamento dos gases Relacionar o efeito da temperatura com a energia cinética e a variação da velocidade das moléculas de um gás Associar o comportamento dos gases com as hipóteses do modelo de partículas |
| 4 | Construindo um Modelo para os Materiais Gasosos | Texto: “A Teoria Cinética dos Gases” Quadro de giz; Roteiro do estudante | Compreender o modelo de partículas e a teoria cinética dos gases Compreender as transformações isotérmicas, isobáricas e isocóricas de um gás Interpretar o comportamento dos gases e as suas transformações a partir do modelo de partículas |
| 5 | Modelos Científicos | Prática: “Caixas pretas”; Quadro de giz Roteiro do estudante | Compreender as vantagens e limitações de um modelo científico Caracterizar as principais etapas presentes na construção de um modelo científico Refletir sobre o caráter transitório das “verdades” científicas |
| 6 | A Natureza da Ciência | Texto: “Os caminhos da ciência” Quadro de giz Roteiro do estudante | Refletir sobre a ciência como uma construção humana, transitória e sujeita a influências internas e externas ao seu processo de construção Refletir sobre a importância de superar as impressões de senso comum sobre o conhecimento científico e adotar uma postura crítica em relação às informações divulgadas pela mídia |

| | | | |
|----|---|--|--|
| 7 | Equação dos Gases Ideais | Texto: "Gases reais e gases ideais" Quadro de giz Roteiro do estudante | Compreender a Equação dos Gases Ideais Refletir sobre as generalizações e aproximações intrínsecas à Teoria Cinética dos Gases e as demais teorias científicas Diferenciar um gás real de um gás ideal |
| 8 | A Síndrome do Edifício Doente e os Ambientes Climatizados | Trecho (Vídeo): "Qualidade do Ar Interior em ambientes climatizados"; Texto: "Edifícios doentes, eles podem ser letais" Quadro de giz Roteiro do estudante | Refletir sobre a qualidade do ar em ambientes climatizados Conhecer a legislação existente sobre a qualidade do ar interior em ambientes climatizados Compreender os cuidados necessários para a manutenção de ambientes climatizados Conhecer os sintomas e doenças associados à Síndrome dos Edifícios Doentes |
| 9 | Aparelhos de Climatização Interior | Trecho (Vídeo): "Umidificadores" Texto: "Aparelhos domésticos de climatização interior" Quadro de giz Roteiro do estudante | Diferenciar os principais tipos de aparelhos domésticos utilizados para climatização de ambientes interiores Compreender as funções, utilidades e cuidados necessários para utilização dos aparelhos domésticos de climatização do ar Estabelecer critérios para aquisição de um equipamento doméstico de climatização do ar interior |
| 10 | Aparelhos de Purificação do Ar Interior | Texto: "Aparelhos de purificação do ar interior" Quadro de giz Roteiro do estudante | Conhecer os principais dispositivos utilizados para purificação do ar interior Compreender o princípio de funcionamento dos aparelhos de purificação de ar, suas utilidades e limitações |
| 11 | A Natureza da Tecnologia | Texto: "A filosofia da tecnologia?" Quadro de giz Roteiro do estudante | Refletir sobre a intencionalidade intrínseca a diversos aparatos tecnológicos Refletir sobre a natureza da Tecnologia e o modo como interfere em nossa percepção e interação com a realidade Discutir as relações de neutralidade-intencionalidade e autonomia-controle dos diversos aparatos tecnológicos que fazem parte de nossa vida |
| 12 | A Cinética das Reações e o Modelo de Partículas | Prática: "Você pode controlar reações? Como?" | Refletir sobre a cinética das reações sob a ótica do modelo de partículas Compreender a influência da temperatura e da superfície de contato na velocidade das reações |
| 13 | A Cinética das Reações e o Modelo de Partículas | Prática: "Você pode controlar reações? Como?" | Refletir sobre a cinética das reações sob a ótica do modelo de partículas. Compreender a influência concentração dos reagentes e dos catalisadores na velocidade das reações |
| 14 | Cinética Química: Catalisadores | Texto: "Monóxido de carbono: mais do que um gás letal" Quadro de giz Roteiro do estudante | Compreender a influência dos catalisadores na velocidade das reações Refletir sobre as aplicações dos catalisadores em diversos processos industriais |

Fonte: Os autores (2014)

Detalhamento das aulas

Apresentamos a seguir a discussão de cada uma das 14 aulas com os respectivos encaminhamentos, destacando as etapas dos momentos pedagógicos, as articulações com os parâmetros de alfabetização científica e tecnológica, bem como as referências para o seu desenvolvimento.

Aula 01 – A qualidade do ar interior

Introdução: Esta aula teve o objetivo de iniciar o estudo dos gases através da temática da QAI. Neste primeiro momento houve maior ênfase aos perigos associados à poluição do ar interior, seus principais agentes e as maneiras de prevenir ou minimizar os efeitos indesejados desses poluentes.

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

Logo após, na etapa de *organização do conhecimento*, os alunos realizaram a leitura de um texto de apoio produzido pelo professor e que apresentava a temática QAI, incluindo os principais poluentes do ar interno, suas fontes e efeitos na saúde (vide Anexo 1) e em duplas construíram suas respostas relativas às questões propostas para análise e reflexão baseadas no texto lido.

Ao término das discussões e respectivas conclusões das equipes, foi organizado um grande grupo para socializar as respostas dos estudantes e analisar o tema, sob a mediação do professor.

A *aplicação do conhecimento* se deu a partir da retomada das questões propostas na problematização inicial e através de uma questão que propunha uma reflexão sobre os perigos de gases associados à poluição interior e que podem ser produzidos pela manipulação incorreta dos produtos de limpeza (vide Anexo 1).

Articulação com os parâmetros de ACT: Esta aula apresenta potencial para *alfabetização científica prática* através da caracterização dos principais poluentes encontrados em ambientes internos e suas principais fontes de emissão; e potencial para *alfabetização científica cívica*, ao oportunizar discussões sobre atitudes e alternativas para se evitar ou minimizar os efeitos nocivos

da poluição do ar em interiores, bem como reflexões sobre o modo como as patologias relacionadas a poluição do ar interior interferem na qualidade de vida das pessoas.

Aula 02 – Construindo um Modelo para os Materiais Gasosos

Introdução: Na aula anterior foram abordadas questões referentes à poluição interior e algumas fontes de substâncias presentes nos ambientes internos que podem causar problemas de saúde através da contaminação. Grande parte destes poluentes se encontra no estado gasoso e a capacidade de difusão dos gases aumenta sua mobilidade e deslocamento. Para compreender o princípio da difusão gasosa, foram propostos uma atividade e um experimento.

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

Após os alunos apresentarem suas opiniões foi proposta a realização da análise de uma atividade e de um experimento, inicialmente pelos alunos e depois mediados pelo professor. Esta análise caracterizou a etapa da *organização do conhecimento*.

1º Atividade: Nesta atividade, realizada no início da aula e descrita acima, o professor deixou alguns frascos de perfume abertos distribuídos pela sala. Após os questionamentos realizados e o registro das hipóteses, os alunos (individualmente) tiveram que propor um modelo para explicar a difusão do gás pela sala de aula. Este modelo foi descrito através de um desenho representando a substância, inicialmente dentro do frasco e depois difundindo-se pela sala de aula. Os alunos reunidos em equipes selecionaram um modelo consensual para ser apresentado ao professor e aos demais grupos.

1º Experimento: Neste experimento, os alunos reunidos em equipes e auxiliados pelo professor, investigaram a velocidade de deslocamento de dois gases, o ácido clorídrico (HCl) e a amônia (NH₃). A experiência foi realizada através da inserção de dois chumaços de algodão embebidos com as substâncias e colocados individualmente nas extremidades opostas de um tubo de vidro. Alguns segundos depois houve a formação de um anel gasoso (vapores de cloreto de amônio) dentro do tubo, localizado mais distante da extremidade embebida com amônia. Após

a realização do experimento, os alunos propuseram hipóteses para explicar o fenômeno e a razão pela qual os vapores de cloreto de amônio se formaram mais próximo da extremidade em que havia o chumaço de algodão contendo HCl e não no meio do tubo.

Ao término das discussões mediadas pelo professor e a elaboração das conclusões das equipes, foi organizado um grande grupo para socializar as respostas apresentadas e analisar os dados obtidos. Neste momento o professor relacionou o fenômeno de difusão dos gases e os fatores que afetam a velocidade dessa difusão com a qualidade do ar interior e caracterizou o modelo de partículas, corrigindo eventuais lacunas na representação dos desenhos referentes à 1ª Atividade. Em relação ao 1º Experimento, o professor salientou que podem existir outros fatores, além da massa molecular, responsáveis por alterar a velocidade de difusão dos gases.

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

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

Aula 03 – Construindo um Modelo para os Materiais Gasosos

Introdução: Esta aula objetivou construir um modelo para os materiais gasosos através do modelo de partículas. O estudo foi norteado por algumas experiências práticas que visam caracterizar a Teoria Cinética dos Gases (TCG).

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

Depois dos alunos emitirem suas opiniões foram propostos três experimentos para auxiliar na *organização do conhecimento*, cujos roteiros foram construídos a partir das atividades propostas por Mortimer e Machado (2011, p. 110-113).

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

através de um desenho representando o sistema inicial (antes da compressão) e final (depois da compressão).

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

3º Experimento: Neste experimento, os alunos conectaram um balão de látex à boca de um erlenmeyer. Em seguida, com o auxílio de uma garra de madeira, aqueceram o sistema com uma manta elétrica, observando as alterações antes e depois do aquecimento. Após realizarem esse procedimento, os alunos propuseram um modelo explicativo, através de um desenho representando o sistema inicial (antes do aquecimento) e final (após o aquecimento).

Após as conclusões das equipes foi organizada uma grande discussão com toda a sala para socializar as respostas dos estudantes e analisar os experimentos. Neste momento o professor caracterizou a TCG através do modelo de partículas, corrigindo eventuais lacunas na representação dos desenhos referentes aos experimentos e nas respostas às questões propostas para compreensão do experimento.

A *aplicação do conhecimento* se deu através de uma situação problema que busca relacionar os efeitos da variação da pressão com uma situação comumente enfrentada em nosso cotidiano: “*A variação de pressão tem grande influência no comportamento dos gases. Por que ficamos com a audição alterada quando descemos ou subimos a Serra do Mar?*”.

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

Aula 04 – Construindo um Modelo para os Materiais Gasosos

Introdução: Esta aula teve como objetivo ampliar a análise do modelo construído para os materiais gasosos através do modelo de partículas. O estudo foi realizado através de uma sistematização dos pressupostos da TCG, enfocando as variáveis de estado dos gases e as transformações de uma massa fixa de gás.

Orientação didática: A *problematização inicial* se deu através dos seguintes questionamentos: 1- A hipótese de que um gás seja constituído de partículas muito pequenas que se movimentam no espaço vazio é um modelo interessante para explicar algumas propriedades

dos gases. A partir desse modelo, como podemos explicar a compressão e a difusão dos gases? E a pressão exercida por um gás? E a influência da variação de temperatura no comportamento dos gases? 2- Normalmente, quando uma partícula qualquer se choca com outra, ela diminui sua velocidade. Por que as partículas que formam os gases não “param”, visto que se chocam constantemente? 3- Você sabe o que é uma transformação isotérmica? E uma transformação isobárica ou isovolumétrica? Como o modelo de partículas explica essas transformações?

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

A *aplicação do conhecimento* foi realizada através de uma atividade que buscou ampliar o modelo de partículas, inicialmente desenvolvido para o estado gasoso, para outros dois estados da matéria (o líquido e o sólido). Neste exercício, os alunos comparavam as características de cada estado físico através dos critérios de forma e volume, sensorial e do modelo de partículas (MORTIMER e MACHADO, 2011, p. 122).

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

Aula 05 – Os Modelos Científicos

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

Orientação didática: A aula se iniciou através de alguns questionamentos: 1- Estamos construindo uma representação para o comportamento dos gases a partir do modelo de partículas. Mas afinal, o que é um modelo? 2- O que um modelo científico representa? Ele expressa fielmente a realidade? Os alunos foram instigados a emitir suas opiniões a respeito do

assunto e o professor apresentou a dinâmica que seria realizada para análise do tema. Esta etapa caracterizou a *problematização inicial*.

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

Após a formulação de um modelo comum para cada caixa, as caixas foram abertas e foi possível comparar os modelos produzidos com os objetos representados. Neste momento foi possível identificar opiniões em comum, bem como os critérios que levaram à formulação das representações. Ao término das discussões e conclusões das equipes, foi organizado um grande grupo para socializar as respostas dos estudantes e analisar a dinâmica realizada. O professor coordenou a discussão em torno do significado de modelo científico, enfatizando que modelos são representações e não a realidade.

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

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

Aula 06 – A Natureza da Ciência

Introdução: Esta aula se destinou a discutir a concepção positivista sobre o conhecimento científico. Buscou-se questionar esta concepção, na qual o conhecimento científico é considerado único e infalível, que caracteriza a ciência como neutra, racional, autônoma e objetiva. O estudo

foi realizado através de questionamentos que levassem à reflexão sobre a natureza do conhecimento científico.

Orientação didática: A *problematização inicial* se deu através da introdução de alguns questionamentos: 1- Como são construídas as teorias científicas? Como você imagina que foi construída a atual teoria cinética dos gases? 2- O que é preciso para se chegar a um “fato” científico? 3- Existem fatores externos à comunidade científica que interferem no desenvolvimento da ciência?

Para a *organização do conhecimento*, os alunos reunidos em duplas, realizaram a leitura do texto de apoio elaborado pelo professor, que tratava de questões relativas à natureza do conhecimento científico, refletindo sobre a metodologia científica e a validade do conhecimento científico (vide Anexo 1). Após a leitura em grupo os estudantes responderam às questões propostas para análise e reflexão sobre o tema.

Ao término das discussões e conclusões das equipes, a discussão foi ampliada para toda a turma através da orientação do professor. Estas discussões foram de vital importância na busca de superar a visão dominante comumente transmitida nas escolas brasileiras e nos livros didáticos, que caracterizam o processo de construção do conhecimento científico como neutro, imparcial, e por vezes pautado no positivismo (BRITO; SOUZA; FREITAS, 2008).

A *aplicação do conhecimento* se deu através de um exercício que visava discutir as limitações das teorias científicas através de uma reflexão sobre a Teoria da Evolução (vide Anexo 1).

Articulação com os parâmetros de ACT: Esta aula apresenta potencial para *alfabetização científica cultural* através da análise do conceito de modelo científico e das limitações das teorias científicas, visando caracterizar a ciência como uma atividade humana, transitória e sujeita a influências internas e externas ao seu processo de construção.

Aula 07 – Equação dos Gases Ideais

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

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

Para a *organização do conhecimento*, os alunos reunidos em duplas, realizaram a leitura de um texto de apoio que apresentava a Lei Geral dos Gases e suas limitações (SANTOS e MÓL, 2010, p. 153-154), e após a leitura responderam as questões propostas. Ao término das discussões e conclusões das equipes, sob a orientação do professor, foi organizado um grande grupo para socializar as respostas dos estudantes e analisar o tema.

A *aplicação do conhecimento* se deu através de um exercício que apresentava uma análise de um gráfico e tinha como objetivos, além de discutir as variáveis de estado dos gases, de introduzir a temática dos ambientes climatizados, mencionando o princípio de funcionamento dos aparelhos de ar condicionado (vide Anexo 1).

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

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

Introdução: Nesta aula foi discutida a Síndrome dos Edifícios Doentes (SED) e os perigos associados aos ambientes climatizados. O estudo foi realizado através da descrição e análise das doenças e sintomas associados à SED, bem como uma análise dos riscos relacionados à falta de manutenção dos aparelhos de climatização artificial.

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

Para a *organização do conhecimento*, o professor apresentou um vídeo sobre os perigos associados à manutenção do ar climatizado¹ (duração: 6 min). Em seguida, os alunos reunidos em duplas, realizaram a leitura de um texto de apoio que apresentava e discutia a SED (ARAIA, 2008) e, através da mediação do professor, responderam às questões propostas para entendimento do texto. Ao término das discussões foi organizado um grande grupo para socializar as respostas apresentadas e analisar o tema com a mediação do professor.

¹ Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=mmYNf-F0dRI>>. Acesso em: 06/08/2013.

A *aplicação do conhecimento* foi realizada através de um exercício que propunha a análise de um gráfico relacionando a taxa de absenteísmo (faltas ao trabalho) antes e depois da mudança para um edifício com ventilação inadequada (vide Anexo 1).

Articulação com os parâmetros de ACT: Esta aula apresenta potencial para *alfabetização científica prática* através da compreensão dos parâmetros de QAI recomendados pela legislação atual; e potencial para *alfabetização científica cívica*, ao oportunizar discussões sobre atitudes e alternativas para se evitar ou minimizar os efeitos nocivos da poluição do ar em interiores, bem como reflexões sobre o modo como as patologias relacionadas a poluição do ar interior interferem na qualidade de vida das pessoas.

Aula 09 – Aparelhos de Climatização Interior

Introdução: Nesta aula foram discutidos os aparelhos de climatização interior. O estudo foi realizado através de uma análise das características dos principais tipos de equipamentos domésticos utilizados para climatização.

Orientação didática: A *problematização inicial* se deu através dos seguintes questionamentos: 1- Você sabe a diferença entre um aparelho de ar condicionado, um aquecedor, um vaporizador e um umidificador? 2-Como estabelecer critérios para comprar um desses equipamentos?

Para a *organização do conhecimento*, o professor apresentou um vídeo sobre as diferenças entre os aparelhos portáteis de climatização interior¹ (duração: 3 min). A seguir, os alunos, reunidos em duplas, realizaram a leitura de um texto de apoio que apresentava e discutia os aparelhos domésticos de climatização interior (vide Anexo 1) e, através da mediação do professor, responderam às questões propostas para seu entendimento. Ao término das discussões e conclusões das equipes, foi organizado um grande grupo para socializar as respostas dos estudantes e analisar o tema.

A *aplicação do conhecimento* se deu através de uma questão que discutia critérios para o correto dimensionamento de aparelhos de ar condicionado (vide Anexo 1).

Articulação com os parâmetros de ACT: Esta aula apresenta *potencial para Alfabetização Científica Prática e Alfabetização Tecnológica Prática* através da compreensão do princípio de funcionamento de aparelhos portáteis utilizados para climatização de ambientes internos; e *potencial para Alfabetização Tecnológica Cívica* pela análise dos critérios para aquisição de um

¹ Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=P6d5EXwqEUg>>. Acesso em: 06/08/2013.

equipamento de climatização ou purificação do ar, levando em consideração a necessidade, o valor, as funções e as relações de custo-benefício envolvidas.

Aula 10 – Aparelhos de Purificação do Ar Interior

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

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

Para a *organização do conhecimento*, os alunos reunidos em duplas, realizaram a leitura de um texto de apoio que analisava os principais dispositivos utilizados para purificação do ar interior (vide Anexo 1) e, com a mediação do professor, responderam às questões propostas. Ao término da atividade em grupo, as discussões e conclusões das equipes foram ampliadas para toda a classe.

A *aplicação do conhecimento* se deu através de uma atividade que discutiu as informações veiculadas pelos meios de comunicação em relação aos aparatos tecnológicos e suas aplicações (vide Anexo 1).

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

Aula 11 – A Natureza da Tecnologia

Introdução: Esta aula se destinou a introduzir discussões sobre a filosofia da tecnologia e suas relações com a ciência e com a sociedade. O estudo foi realizado através de uma reflexão sobre a natureza da tecnologia e suas implicações em nosso modo de vida.

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

discutir tecnologia se resume a falar de equipamentos eletrônicos? Afinal, como definir tecnologia?

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

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

Articulação com os parâmetros de ACT: Esta aula apresenta potencial para *alfabetização tecnológica cívica e cultural* através da reflexão sobre a natureza da tecnologia, sua interferência em nossa percepção e interação com a realidade, bem como as relações de neutralidade-intencionalidade e autonomia-controle dos diversos aparatos tecnológicos que fazem parte de nossa vida.

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

Introdução: Esta aula se destinou a abordar a cinética química através da ótica do modelo de partículas. O estudo foi realizado através da análise da influência da temperatura e da superfície de contato na rapidez de uma reação química.

Orientação didática: A aula foi iniciada a partir da *problematização inicial: O que pode tornar uma reação química mais ou menos rápida? Será que podemos controlar a velocidade das reações?* Os alunos foram instigados a emitir suas opiniões a respeito do assunto e para auxiliá-los a responder a estes questionamentos foram propostos dois experimentos.

A *organização do conhecimento* se deu através da análise e discussão de alguns experimentos realizados em sala sob a orientação do professor e que foram propostos por Santos e Mól (2010, p. 159-160) descritos a seguir.

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

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

A aplicação do conhecimento ocorreu através do seguinte exercício contextualizado: *Por que os alimentos se conservam por muito mais tempo quando guardados na geladeira do que quando estão em temperatura ambiente?*

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

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

Introdução: Esta aula teve como objetivo abordar a cinética química através da ótica do modelo de partículas. O estudo foi realizado através da análise da influência da concentração dos reagentes e dos catalisadores na rapidez de uma reação.

Orientação didática: A aula foi iniciada com o professor fazendo os seguintes questionamentos, relativos à *problematização inicial*: Existem outros fatores, além da temperatura e da superfície de contato dos reagentes, capazes de aumentar a rapidez de uma reação? Os alunos foram instigados a emitir suas opiniões sobre o assunto e o professor apresentou as experiências práticas para análise.

A organização do conhecimento se deu através da análise e discussão de experimentos propostos por Santos e Mól (2010, p. 160-161) e realizados em sala sob a orientação do professor.

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

2º Experimento: Neste experimento, os alunos em equipes e auxiliados pelo professor investigaram a influência dos catalisadores na velocidade das reações químicas. A experiência

realizada consistiu na análise da decomposição da água oxigenada em pedaços de batata. Um dos pedaços estava cru e o outro cozido. Após a realização do experimento e análise dos resultados os alunos responderam a algumas questões relativas ao experimento realizado.

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

A aplicação do conhecimento se deu através da seguinte situação: “A partir de uma análise das práticas realizadas durante aula, explique por que ao abanarmos uma churrasqueira a chama aumenta?”

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

Aula 14 – Cinética Química: Catalisadores

Introdução: Esta aula objetivou discutir os catalisadores. O estudo foi realizado através de uma análise do princípio de ação dos catalisadores e de sua influência na rapidez das reações químicas.

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

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

A aplicação do conhecimento foi realizada através da retomada do questionamento inicial e de discussões orientadas pelo professor no intuito de compreender o modo como os catalisadores interferem na velocidade das reações e suas aplicações.

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

Considerações finais

O ensino de Química desenvolvido no contexto escolar deve possibilitar aos alunos, através de atividades que contextualizem o conhecimento científico e tecnológico, a capacidade para refletir sobre as implicações sociais deste conhecimento e tomar atitudes no sentido de melhorar sua qualidade de vida.

Com este intuito, o objetivo deste trabalho foi o de apresentar e discutir uma proposta de aplicação para o ensino de Química de uma abordagem temática CTS, desenvolvida junto a uma turma de segundo ano do Ensino Médio. O tema selecionado foi o da QAI, por sua grande relevância social e possibilidade de articulação das discussões CTS com os conteúdos específicos relativos ao Estudo dos Gases e à Cinética Química.

Contudo, para uma efetiva implementação de abordagens CTS no contexto educacional, há a necessidade de explicitar parâmetros e orientações que forneçam subsídios para sua inserção, visto que apresentam um grande espectro de possibilidades, desde propostas que consideram as interações CTS apenas como fator de motivação, até aquelas que tornam secundário o ensino de conhecimentos científicos, priorizando somente a compreensão dessas interações (STRIEDER, 2008, 2012).

Deste modo, procuramos desenvolver uma proposta que contemplasse todos os elementos da sigla, por meio do estudo de conceitos químicos articulados com a tríade ciência-tecnologia-sociedade, identificando na temática potencialidades para o desenvolvimento de alfabetização científica e de alfabetização tecnológica, através de uma série de parâmetros que proporcionam reflexões sobre a natureza da ciência, a natureza da tecnologia, seus desdobramentos sociais, relações e inter-relações.

É importante ressaltar que a abordagem temática CTS cumpriu com seus objetivos no que se refere aos conteúdos trabalhados (Estudo dos Gases e Cinética Química) e também nas reflexões suscitadas pela análise do tema da QAI. O envolvimento dos alunos nas atividades desenvolvidas indicam uma mudança satisfatória em relação ao significado que eles passaram a atribuir aos conhecimentos estudados em sala e a importância do tema.

A abordagem temática no ensino de Química também permitiu o trabalho com conteúdos específicos da disciplina através de uma perspectiva diferenciada, rompendo com a estrutura clássica de organização curricular a partir dos conceitos. Acreditamos que essa configuração e a sequência das aulas através das etapas propostas pelos 3MP (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2002) atribuíram uma nova dinâmica para o trabalho em sala de aula e motivaram os estudantes a participar, apresentando suas opiniões e seus posicionamentos.

Entendemos que, da mesma forma, a discussão das interações CTS auxilia os estudantes a perceberem a ciência como uma atividade humana, carregada de valores e influências em seu processo de produção e desenvolvimento. Do mesmo modo, também apresentam uma perspectiva diferenciada em relação a tecnologia e seus questionamentos, longe de encará-la apenas como aplicação do conhecimento científico ou através da funcionalidade dos aparatos tecnológicos. Estas compreensões são imprescindíveis para perceber as relações da ciência e da tecnologia com a sociedade e vice-versa.

Nesse contexto, defendemos que uma abordagem CTS nas aulas de Química, associada à temática da QAI, apresenta-se como alternativa para um ensino que promova a alfabetização científica e tecnológica dos alunos, oportunizando um ensino contextualizado, que aproxima a realidade dos alunos com os conhecimentos científicos e tecnologias que permeiam a sociedade.

Referências

ARAIA, E. Edifícios doentes, eles podem ser letais. **Revista Planeta**. São Paulo, n. 425, fev. 2008. Seção Saúde. Disponível em: <<http://revistaplaneta.terra.com.br/secao/saude/edificios-doentes-eles-podem-ser-letais>>. Acesso em: 10/01/2014.

ASHMORE, M. R.; DIMITROULOPOULOU, C. Personal exposure of children to air pollution. **Atmospheric Environment**. v. 43, p. 128-141, 2009.

AULER, D. **Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. Doutorado em educação: Ensino de ciências, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio: Pesquisa em educação em ciências**, v. 3, n. 1, p. 1-13, 2001.

BRASIL. Ministério da Educação e Desporto. **Diretrizes curriculares nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC, 1998.

BOCHECO, O. **Parâmetros para a abordagem de evento no enfoque CTS**. Dissertação de mestrado. Centro de Ciências da Educação: Universidade Federal de Santa Catarina, 2011.

BRITO, D. L.; SOUZA M. L.; FREITAS, D. Formação inicial de professores de ciências e biologia: a visão da natureza do conhecimento científico e a relação CTS. **Interações**, n. 9, p. 129-148, 2008.

CUPANI, A. Filosofia da tecnologia. **Revista Filosofia Ciência & Vida**, São Paulo, ed. 63, set. 2011. Disponível em: <<http://filosofiacienciaevida.uol.com.br/ESFI/Edicoes/63/artigo239056-1.asp>>. Acesso em 11/01/2014.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

EPA - United States Environmental Protection Agency. **IAQ tools for schools: indoor air quality and Student Performance.** U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 2012.

EVANS, J. Monóxido de carbono: mais do que um gás letal. Tradução de: ROCHA-FILHO, R.C. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 9, mai. 1999. Disponível em: <<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc09/ atual.pdf>>. Acesso em 10/01/2014.

GAMEIRO, M. Medições de concentração de gases. **Cursos SCE na FCTUC**, Módulo RSECE - Qualidade do Ar Interior, secção 3.4. Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra, Portugal, 2008.

GARCIA, M. I. G., CEREZO, J. A. L., LUJÁN, J. L. **Ciência, tecnologia y sciedad: una introducción al estúdio social de La ciencia y La tecnologia.** Madrid: Tecnos, 1996.

HERBERGER, S. *et al.* Detection of human effluents by a MOS gas sensor in correlation to VOC quantification by GC/MS. **Building and Environment**, 2010.

HERRERA, A. O. Los determinantes sociales de la política científica en América Latina: Política científica explícita y política científica implícita. **Redes**, v. 2, n. 5, p. 117-131, 1995.

LISINGEN, I. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, novembro de 2007.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências.** São Paulo: EDUSP, 1987.

MOREIRA, H.; CALEFFE, L. G. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador.** Rio de Janeiro: DP&A editora, 2006.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química – volume 1.** São Paulo: Scipione, 2011.

OMS. **Programmes and projects: indoor air pollution.** 2008.

OMS. **Guidelines for indoor Air quality - Dampness and Mould.** 2009. Disponível em: <http://www.euro.who.int/ __data/assets/ pdf_file/ 0017/ 43325/ E92645.pdf>. Acesso em: 22/11/2013.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio.** **Ciência & Educação**, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (Coord.). **Química cidadã: materiais, substâncias, constituintes, química ambiental e suas implicações sociais.** Volume 1, 1ª Ed, São Paulo: Nova Geração, 2010.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2002.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. 3 ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.

SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. Ciência, tecnologia e suas relações sociais: a percepção de geradores de tecnologia e suas implicações na educação tecnológica. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 3, p. 681-694, 2009.

STRIEDER, R. B. **Abordagem CTS e ensino médio**: Espaços de Articulação. Dissertação. Universidade de São Paulo. Instituto de Física – Departamento de Física Experimental. USP:SP, 2008.

_____. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil**: Sentidos e Perspectivas. Tese. Universidade de São Paulo. Instituto de Física – Departamento de Física Experimental. USP: SP, 2012.

VACCAREZZA, L. S. Ciencia, tecnología y sociedad: el estado de la cuestión en América Latina, In: **Revista Iberoamericana de Educación**, n.18 - Ciencia, Tecnología y Sociedad ante la Educación, set-dez, 1998. Disponível em: <<http://www.oei.es/oeivirt/rie18a01.htm>>. Acesso em: 28/03/2014.

VERDELHOS, V. M. M. **Caracterização da qualidade do ar interior em espaços públicos com permissão de fumar**. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente na Especialidade de Tecnologia e Gestão do Ambiente) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Portugal, 2011.

WANG, S.; ANG, H. M.; TADE, M. O. Volatic organic compounds in indoor environment and photocatalytic oxidation: State of the art. **Environment Internacional**, v. 33, p. 694-705, 2007.

Anexo 1

Unidade didática disponibilizada no link:

<https://drive.google.com/file/d/0B5jwHKN3QJksUWhUdHNoTW01RjA/view?usp=sharing>

SILVANEY DE OLIVEIRA – Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática pela Universidade do Federal do Paraná. Professor de Química da rede estadual do Paraná. E-mail: silvaney.oliveira@gmail.com.

ORLINEY MACIEL GUIMARÃES – Doutora em Ciências pela Universidade de São Paulo. Professora da Universidade Federal do Paraná. E-mail: orli.guimaraes@gmail.com.

LEONIR LORENZETTI – Doutor em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina. Professor da Universidade Federal do Paraná. E-mail: leonirlorenzetti22@gmail.com.