

O Ensino de Química e a Qualidade do Ar Interior: Análise de uma Proposta de Abordagem Temática com Enfoque CTS

The Chemistry Teaching and Indoor Air Quality: Analysis of a STS Thematic Approach

Silvaney de Oliveira, Brasil
Orliney Maciel Guimarães, Brasil
Leonir Lorenzetti, Brasil

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 abordagem temática com Enfoque CTS na disciplina de Química junto a uma turma do Ensino Médio de uma escola pública na região metropolitana de Curitiba-PR. A intervenção didático-pedagógica 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 específicos da disciplina. A metodologia utilizada foi a pesquisa qualitativa de natureza interpretativa e os dados constituídos foram tratados por meio da Análise Textual Discursiva de Moraes e Galiazzi (2007). A análise dos dados indica que o desenvolvimento da proposta auxiliou os estudantes a perceber os vínculos entre os conhecimentos abordados em sala e o contexto no qual estão inseridos, contribuindo para a compreensão do conteúdo científico explorado. Além disso, observou-se um maior interesse e participação dos alunos durante as aulas, acompanhados de reflexões sobre a natureza da ciência, da tecnologia e das múltiplas relações entre o contexto científico-tecnológico e o meio social.

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

The proposals of approaches that encompass the science, technology and society (STS) interactions have been shown as an alternative to aid the teaching of science in order to promote the Scientific and Technological Literacy (STL). Through this perspective, we developed a STS thematic approach in the discipline of Chemistry in a secondary school classroom of a public school in the metropolitan region of Curitiba-Brazil. The didactic and pedagogic intervention has been built from a series of STL parameters linked to the Indoor Air Quality (IAQ) topic and with specific contents of the discipline. We adopted a qualitative research methodology, with an interpretative approach, and we analyzed the gathered data using the Discursive Textual Analysis based on the work of Moraes and Galiazzi (2007). Data analysis shows that the development of the proposed intervention

helped the students to be aware of the links between the addressed knowledge and their life context, supporting the understanding of the scientific content explored. Further more, we observed an increased interest and participation of the students during classes, followed by reflections of the nature of science, technology, and the multiple relationships between the scientific and technological context and the social environment.

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

Introdução

No contexto educacional, inúmeras discussões buscam alternativas que propiciem a superação das contradições decorrentes de um Ensino de Ciências abstrato, descontextualizado e conteudista (CARLETTO; PINHEIRO, 2010). No entanto, na maioria das escolas brasileiras ainda se observam práticas pedagógicas voltadas exclusivamente para a repetição e memorização de uma grande quantidade de informações, cuja utilidade se resume à realização de exames ou testes específicos. Essas práticas apresentam aos estudantes uma série de conhecimentos descartáveis que comumente não possuem significado algum fora do ambiente escolar (eventualmente, nem no próprio ambiente escolar).

Na busca por superar esse modelo de ensino, autores como Auler e Delizoicov (2001), Aikenhead (2003) e Milaré, Richetti e Pinho Alves (2009), entre outros, apontam para a necessidade de novas perspectivas e abordagens que ultrapassem a mera transmissão de conhecimentos científicos desconexos da realidade dos alunos e de alternativas para promover uma alfabetização científica e tecnológica (ACT). Desta maneira, os estudantes poderiam ser preparados para o exercício da cidadania em um ambiente social crescentemente vinculado aos avanços científico-tecnológicos.

Na esteira dessas discussões, a literatura do Ensino de Ciências sugere diferentes abordagens metodológicas para contemplar uma formação capaz de enfrentar os desafios que se apresentam em um processo de ACT. Dentre elas destacam-se as ramificações de um movimento surgido em meados do século passado: o Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS).

Quando introduzidas no âmbito escolar as abordagens com Enfoque CTS¹ possibilitam uma interpretação mais realista do quadro social influenciado pelas tecnociências, visto que 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 e seus desdobramentos sociais e inter-relações (SANTOS; MORTIMER, 2002; SANTOS; SCHNETZLER, 2003; STRIEDER, 2012).

No tocante à sua implementação, várias propostas educacionais preconizam uma

¹ Utilizamos a expressão “Enfoque CTS” para os desdobramentos do Movimento CTS no cenário educacional, por ser a mais utilizada na literatura do Ensino de Ciências. Já a expressão “Movimento CTS” é utilizada para designar as discussões CTS em um contexto social mais amplo. Por fim, o termo “Abordagem CTS” é empregado para as propostas didático-pedagógicas que contemplam as relações CTS.

nova organização dos conteúdos escolares baseada em temas (SANTOS; MORTIMER, 2002; SANTOS; SCHNETZLER, 2003; STRIEDER; KAWAMURA, 2009; BOCHECO, 2011). Essas propostas encontram respaldo em documentos oficiais, principalmente no que diz respeito à seleção e contextualização dos conteúdos programáticos e à participação dos professores na elaboração do currículo, na definição de metodologias e estratégias de ensino (HUNSCHE; DELIZOICOV, 2011).

Considerando a necessidade de reflexões amparadas em experiências concretas de sala de aula, pretende-se neste artigo colaborar para a análise das contribuições resultantes da inserção de uma abordagem temática com Enfoque CTS na disciplina de Química junto a alunos de 2ª série do Ensino Médio de uma instituição de ensino pública, da região metropolitana da cidade de Curitiba-PR (OLIVEIRA; GUIMARÃES; LORENZETTI, 2015).

O tema escolhido para nortear nossa proposta foi a Qualidade do Ar Interior (QAI). Seu estudo envolve a análise e os cuidados com a qualidade do ar no interior de residências, edifícios, escolas, fábricas, escritórios ou quaisquer outros locais, especialmente no que se relaciona com a saúde e conforto de seus ocupantes. Essa escolha se justifica pelo potencial da QAI como elemento articulador das discussões CTS, por sua abrangência e importância social, num cenário onde a garantia do ar interior saudável é reconhecida como um direito básico do ser humano pela Organização Mundial da Saúde, configurando um fator determinante para a saúde e bem-estar de todos (WHO, 2009).

No intuito de explicitar aspectos relevantes da referida proposta, em um primeiro momento, discutimos os pressupostos teóricos que ampararam sua construção, a fim de propiciar reflexões sobre a utilização de abordagens com Enfoque CTS no Ensino Médio, em especial no Ensino de Química. Posteriormente, analisamos a temática da QAI e enfatizamos o seu potencial como tema articulador das relações CTS por meio de uma série de parâmetros de ACT. Finalmente, apresentamos os caminhos metodológicos da pesquisa e os resultados positivos alcançados com esta intervenção.

Ciência, tecnologia, sociedade e o Ensino de Química

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 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, na sala de aula é comum que esse conhecimento seja reduzido à resolução e repetição de exercícios, nos quais o aluno aprende determinado conceito unicamente para resolver novas atividades propostas pelo professor. Esse tratamento estritamente conceitual, além de resultar em desinteresse pelas disciplinas científicas (PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007), também relega aos próprios estudantes a

tarefa de estabelecer a relação entre conceitos disciplinares estanques e seu cotidiano (BOCHECO, 2011).

Visando superar o distanciamento e abstração conceitual que tradicionalmente caracterizam o Ensino de Química, defendemos a necessidade de abordar os conteúdos específicos da disciplina atrelados a um contexto de aplicação, enfatizando a função social de cada assunto e com isso, aproximar esses temas da realidade dos estudantes. Essa postura, ao invés de diminuir a importância dos conteúdos disciplinares, agrega novos significados a estes conteúdos e oportuniza novas compreensões sobre sua importância em uma sociedade influenciada pelas relações e inter-relações científico-tecnológicas.

Essa 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 a 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 de Química deve, acima de tudo, promover a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes mediante uma sólida base de conhecimentos científicos, bem como valorizar a importância de continuar a aprender, a questionar e a se posicionar frente aos desafios sociais.

Essa meta alinha-se diretamente com as intencionalidades de uma educação orientada para 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; MORTIMER, 2002).

O Enfoque CTS no contexto da pesquisa

As discussões que envolvem as relações da ciência e da tecnologia com a sociedade não são novas e diversas publicações retratam, com diferentes ênfases, a gênese das reflexões sobre as relações CTS (LINSINGEN, 2007; BOCHECO, 2011; STRIEDER, 2012).

Sua origem remonta a meados do século XX, quando surgiram nos países

capitalistas do hemisfério norte vários movimentos de reação acadêmica e social como retrato da insatisfação acerca da concepção tradicional da ciência e da tecnologia, dos problemas políticos e econômicos referentes ao desenvolvimento científico e tecnológico e da degradação ambiental (STRIEDER, 2012). Passou-se então a discutir, sob diferentes perspectivas, a relação da ciência e da tecnologia com a sociedade.

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

Para Strieder e Kawamura (2009), apesar da grande diversidade de posicionamentos e da complexidade intrínseca das questões envolvidas, de um modo geral, as propostas envolvendo 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 que o cidadão utilize os conhecimentos escolares para se posicionar criticamente e decidir sobre questões relacionadas ao contexto científico-tecnológico.

Assim, conclui-se que para 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 seu potencial transformador. Trata-se, fundamentalmente, de uma mudança de olhar em relação aos saberes escolares. A prática docente precisa intermediar a discussão desses saberes para aproximar os conteúdos disciplinares da realidade vivida pelos estudantes e desconstruir a ideia de que esses conhecimentos são desprovidos de utilidade fora do ambiente escolar.

Nesse contexto, há um razoável consenso na literatura do Ensino de Ciências de que as abordagens com Enfoque CTS sejam estruturadas em uma nova organização curricular baseada em temas (BOCHECO, 2011). A 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 seu desenvolvimento 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; SCHNETZLER, 2003, p. 74).

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

Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) também sugerem que o trabalho em

sala de aula com os temas seja estruturado a partir de 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 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 verificar 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 sugeridas 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 que apresente sentido além dos muros escolares e possibilite o desenvolvimento da capacidade de decisão em assuntos que envolvam as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, defendemos que as propostas temáticas com Enfoque CTS devem ser organizadas em torno de temas socialmente relevantes e estratégias de ensino que possibilitem a participação efetiva dos estudantes.

Desse modo, ao construir nossa proposta optamos pela utilização dos 3MP como estruturadores do trabalho em sala de aula, dado seu potencial para discussão, reflexão e diálogo entre professor e aluno. Em relação à seleção do tema, adotamos uma temática abrangente, capaz de ser utilizada em diferentes contextos e que, apesar de não estar vinculada a uma comunidade específica, apresenta grande impacto social. Assim, nossa escolha recaiu sobre o estudo da qualidade do ar interior, em razão de sua importância para a melhoria da qualidade de vida das pessoas e seu potencial como elemento articulador dos conteúdos disciplinares de Química com as discussões CTS.

Com o intuito de explicitar detalhes sobre a relevância social do tema e sua correlação com o Ensino de Química, a seguir discutiremos a QAI destacando que, não obstante sua abrangência, são poucos os trabalhos na literatura nacional sobre o assunto, em especial na área da educação. Justifica-se assim o fato de que a maioria absoluta dos referenciais utilizados para caracterização do tema é de origem estrangeira e em sua maior parte de áreas ligadas à saúde, engenharia, arquitetura ou outras correlatas.

A qualidade do ar interior

Para a melhoria da qualidade de vida das pessoas, torna-se indispensável um maior cuidado com a qualidade do ar que respiramos e, 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 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 esses possam apresentar (VERDELHOS, 2011).

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

Embora nos últimos anos tenham sido constatados 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 desses ambientes. 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) demonstrem 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 (SANTOS, 2010).

O controle da QAI no interior dos edifícios é sem dúvida um problema de saúde pública que necessita de solução em benefício dos seus ocupantes (VERDELHOS, 2011) e a 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, conforme dito anteriormente, a necessidade de discussões sobre a QAI no contexto educacional apresenta grande relevância social, devido sua importância para a saúde pública e seu potencial para democratização de conceitos científicos e tecnológicos quando articulada aos pressupostos de uma abordagem CTS.

A QAI, o estudo dos gases e a cinética química

Para construção e desenvolvimento de uma proposta de inserção em sala de aula de uma abordagem temática CTS é necessário considerar as dificuldades intrínsecas relacionadas à tríade CTS e sua transposição para o contexto educacional. Qualquer discussão dessa natureza envolve muitas variáveis que dão margem para uma série de recortes e entendimentos. Tendo isso em mente, buscamos construir uma proposta de abordagem com Enfoque CTS que potencializasse a alfabetização científica e tecnológica dos alunos, sem privilegiar apenas o desenvolvimento de conceitos científicos ou apenas as discussões envolvendo questões sociais, mas que considerasse todos os elementos da tríade CTS e seus imbricamentos.

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. A 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, mediante a análise dos temas e conteúdos a serem trabalhados buscamos subsídios para potencializar as discussões associadas aos aspectos práticos, políticos, éticos e culturais relacionados com as interações CTS. Para esse fim, estruturamos a proposta didática a partir de uma série de parâmetros sugeridos por Bocheco (2011) e que objetivam a correlação dos pressupostos teóricos da sigla com quatro categorias de alfabetização científica e três categorias de alfabetização tecnológica².

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*. A alfabetização científica prática consiste em abordar o conhecimento científico para compreender fenômenos naturais, processos e artefatos presentes no cotidiano; a alfabetização científica cívica pretende estimular debates sobre as implicações sociais da ciência; enquanto a alfabetização científica cultural busca propiciar discussões sobre a natureza, a história e a filosofia da ciência; e, por fim, a alfabetização científica profissional 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).

No tocante à alfabetização tecnológica foram utilizados três parâmetros: *alfabetização tecnológica prática*, *alfabetização tecnológica cívica* e *alfabetização tecnológica cultural*. A alfabetização tecnológica prática visa possibilitar aos alunos a compreensão das características e da simbologia presente nos artefatos tecnológicos; 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). O Quadro 1 sintetiza a maneira como os tópicos abordados em sala foram relacionados com os parâmetros de ACT durante a inserção didático-pedagógica.

Quadro 1. Parâmetros de ACT e a temática da QAI

(continua)

Parâmetros	Tópicos para abordagens relacionadas com o Estudo dos Gases e da Cinética Química por meio da temática da QAI
Potencial para Alfabetização Científica Prática	Compreensão das propriedades dos gases e dos principais fatores que alteram a rapidez das reações.
	Reconhecimento dos poluentes usualmente encontrados em ambientes internos e suas fontes de emissão.
	Compreensão dos parâmetros de qualidade do ar interior recomendados pela legislação atual.

² Os parâmetros de ACT propostos por Bocheco (2011) possuem clara inspiração nos níveis de alfabetização científica (prático, cívico e cultural) propostos por Shen (1975) e nas várias releituras dos mesmos.

Quadro 1. Parâmetros de ACT e a temática da QAI

(continuação)

Parâmetros	Tópicos para abordagens relacionadas com o Estudo dos Gases e da Cinética Química por meio da temática da QAI
Potencial para Alfabetização Científica Cívica	Discussão de atitudes e alternativas para evitar ou minimizar os efeitos nocivos da poluição do ar em interiores.
	Reflexão sobre o modo como as patologias relacionadas à poluição interior interferem na qualidade de vida das pessoas.
Potencial para Alfabetização Científica Cultural	Análise do conceito de modelo científico e das limitações das teorias científicas, visando caracterizar a ciência como uma atividade humana, transitória e sujeita a diversas influências em seu processo de construção e desenvolvimento.
Potencial para Alfabetização Científica Profissional	Compreensão do princípio de funcionamento dos catalisadores e sua aplicação em diversos processos industriais.
Potencial para Alfabetização Tecnológica Prática	Compreensão da simbologia e da funcionalidade de aparelhos portáteis utilizados para climatização de ambientes internos.
Potencial para Alfabetização Tecnológica Cívica	Estabelecimento de critérios para aquisição de um equipamento de climatização ou purificação do ar.
Potencial para Alfabetização Tecnológica Cultural	Reflexão sobre a natureza da tecnologia e o modo como ela interfere em nossa percepção e interação com a realidade.
	Discussão das relações de neutralidade-intencionalidade e autonomia-controle da atividade tecnológica

Fonte: Os autores, 2015.

Opção metodológica e analítica

A amostra envolveu alunos de uma turma do segundo ano do Ensino Médio, num total de 20 estudantes de 16 a 22 anos. Como a organização curricular da instituição de ensino é feita trimestralmente, as atividades foram realizadas no último trimestre letivo de 2013, respeitando a grade curricular da escola que prevê um total de duas aulas semanais de 50 minutos, totalizando 14 aulas desenvolvidas em sete semanas.

As aulas foram organizadas de acordo a proposta dos três momentos pedagógicos: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Foram priorizadas atividades que incentivassem a participação e a criticidade dos alunos, como: discussões em grupo, vídeos, experimentos, trabalhos em grupo, textos de divulgação científica, entre outros.

Por se tratar de uma pesquisa qualitativa de natureza interpretativa e com observação participante (MOREIRA; CALEFFE, 2006), selecionamos alguns instrumentos específicos para a constituição dos dados. Os instrumentos utilizados foram os diários de bordo produzidos pelos estudantes e pelo professor, e os questionários respondidos ao término da inserção.

Em relação à produção dos diários de bordo, cada estudante ficou responsável por

sistematizar cada uma das 14 aulas ministradas. Sempre na aula subsequente o estudante entregava o diário de bordo da aula anterior. Neste diário, utilizando um texto narrativo, o estudante apresentava suas impressões sobre a aula observada, registrando o máximo de informações possíveis (metodologia empregada, interferências externas e internas, horários, conteúdos ministrados, impressões suas e de seus colegas, etc.). Ao final do desenvolvimento da proposta obtivemos 254 diários de bordo, o que corresponde a uma média de aproximadamente 18 diários por aula. Para cada diário foi atribuído um código (D001 a D254), de modo a organizá-los, preservando a identidade de seus responsáveis.

Ao término das atividades previstas na proposta didática também foram aplicados dois conjuntos de questões abertas, sob a forma de questionários. O primeiro conjunto de questões, denominado questionário final (QF01 a QF20), teve o intuito de analisar em que medida os estudantes reagiram à abordagem CTS dos conteúdos relacionados à disciplina, à temática e à sua articulação com os parâmetros de ACT utilizados. O segundo conjunto de questões abertas tratava-se de um questionário avaliativo (QA01 a QA20) que buscava captar as impressões dos alunos sobre o desenvolvimento da proposta e sobre sua própria participação nas discussões realizadas em sala.

Para a análise dos dados constituídos pelos instrumentos descritos, empregamos a Análise Textual Discursiva (ATD) (MORAES; GALIAZZI, 2007). A escolha dessa técnica é justificada por combinar rigorosa análise e síntese, permitindo a reconstrução dos discursos dos sujeitos envolvidos e ampliar seus significados.

No âmbito da ATD, o conjunto de elementos utilizados para a análise é denominado de *corpus* da pesquisa. Segundo Moraes e Galiazzi (2007), esses documentos representam as informações da pesquisa e carregam consigo discursos que necessitam ser descritos e interpretados pelo pesquisador para a construção de sentidos aos fenômenos investigados. O Quadro 2 a seguir sintetiza o *corpus* da pesquisa.

Quadro 2. *Corpus* da pesquisa

<i>Corpus</i> da Pesquisa	Sujeitos da Pesquisa
254 Diários de bordo	20 Alunos do 2º ano do Ensino Médio
20 Questionários finais	
20 Questionários avaliativos	

Fonte: Os autores, 2015.

Depois de estabelecido o *corpus*, os dados analisados foram classificados a partir dos aspectos comuns contidos em suas produções textuais ou das posições divergentes que se destacavam. Então, a partir desses elementos retirados dos depoimentos que retrataram as percepções dos sujeitos da pesquisa, foram elaboradas uma série de categorias de análise.

Para Moraes e Galiazzi (2007), o processo de elaboração das categorias pode partir de dois pontos opostos, um deles de natureza objetiva e dedutiva, produzindo as

categorias *a priori*, e outro indutivo e subjetivo, produzindo categorias emergentes.

Especificamente no âmbito desta pesquisa, a formulação das categorias definidas *a priori* partiu do próprio referencial teórico utilizado para a construção da proposta e desenvolvimento das aulas. Os parâmetros de ACT descritos anteriormente constituíram-se naturalmente em categorias de análise preestabelecidas. Assim, com base nessa inferência e amparados na metodologia da ATD, estabelecemos sete categorias de análise *a priori*: *Alfabetização Científica Prática*, *Alfabetização Científica Cívica*, *Alfabetização Científica Cultural*, *Alfabetização Científica Profissional*, *Alfabetização Tecnológica Prática*, *Alfabetização Tecnológica Cívica* e *Alfabetização Tecnológica Cultural*.

Se a existência de um referencial teórico auxilia na construção de categorias *a priori*, por outro lado, como destacado por Moraes e Galiuzzi (2007), também pode se tornar um empecilho para o surgimento de novas categorias, ao “condicionar” o pesquisador a enxergar apenas significados que se enquadram nas categorias já determinadas. Desse modo, ao analisar o conjunto de dados constituídos durante a investigação, procuramos desvincular nosso olhar dos parâmetros norteadores da proposta e buscar novas compreensões reconstruídas nos discursos dos estudantes.

No processo de estabelecer relações e reunir elementos semelhantes, identificamos nas produções textuais dos estudantes, relatos associados à dinâmica das aulas, à importância da experimentação e à relação entre o registro e aprendizado nas aulas de Química. Essas informações surgiram das múltiplas vozes presentes nos textos analisados e originaram uma nova categoria emergente, formada *a posteriori*, e nomeada *Estratégias Didáticas*.

Resultados e reflexões

Ao inserir no contexto escolar uma abordagem com Enfoque CTS articulada à perspectiva de ACT no Ensino de Química, almejamos contribuir para o desenvolvimento de uma base formativa necessária tanto para a compreensão dos conhecimentos abordados na disciplina quanto para a formação de cidadãos capazes de atuar de acordo com a perspectiva científico-tecnológica da sociedade atual.

Com o intuito de analisar até que ponto esse objetivo foi alcançado, as informações obtidas por meio dos relatos, questionários e atividades realizadas pelos alunos foram organizadas em uma série de categorias, segundo as quais procuramos produzir novas compreensões. O Quadro 3 apresenta o número de relatos identificados em cada uma das categorias de análise estabelecidas.

O Quadro 3 aponta o maior número de relatos classificados na categoria emergente *Estratégias Didáticas*. Também é significativo o número de relatos associados à *Alfabetização Científica Prática* e às duas categorias de alfabetização cultural. Por outro lado, foi identificado um único relato de *Alfabetização Científica Profissional*.

Dadas as especificidades da temática, dos conteúdos abordados e da dinâmica impressa ao trabalho em sala de aula é natural que alguns aspectos relacionados a determinadas categorias sejam mais frequentes nos relatos dos alunos que outros.

Entretanto, apesar das categorias possuírem sentidos próprios, o desenvolvimento de cada uma delas tem implicações diretas nas demais. É seu conjunto que proporciona a integração das discussões sobre a ciência, a tecnologia e seus desdobramentos sociais. Integração que além de valorizar cada um desses elementos e ressaltar suas relações imbricadas, também evidencia as múltiplas dimensões de um ensino com orientação CTS.

Quadro 3. As categorias de análise e a totalidade dos relatos

Categoria de Análise	Total de Relatos
Alfabetização Científica Prática	28
Alfabetização Científica Cívica	09
Alfabetização Científica Cultural	30
Alfabetização Científica Profissional	01
Alfabetização Tecnológica Prática	14
Alfabetização Tecnológica Cívica	15
Alfabetização Tecnológica Cultural	20
Estratégias Didáticas	51

Fonte: Os autores, 2015.

Desse modo, antes do início do detalhamento do processo de discussão convém ressaltar que, apesar de analisarmos separadamente, os objetivos apontados para cada uma das categorias descritas estão relacionados entre si, e, em conjunto, refletem as intenções da proposta.

(i) Alfabetização científica prática

A alfabetização científica prática se relaciona com a capacidade dos estudantes em reconhecer novos significados e utilidades para os conceitos debatidos nas aulas de Química. Buscamos aqui encontrar indícios da apropriação de saberes que, associados aos conteúdos científicos e à linguagem científica, permitam aos estudantes compreender fenômenos e processos presentes na sua vida diária. A categoria engloba compreensões que precisam ser discutidas não somente do ponto de vista do conhecimento científico, mas também de suas implicações cotidianas. Desse modo, a alfabetização científica prática se manifesta a partir de aplicações do conhecimento estudado em situações que apresentem significado para os estudantes.

O primeiro indício encontrado nos textos dos estudantes e associado ao potencial de alfabetização científica prática está relacionado à compreensão dos alunos sobre a relação da temática com sua vida cotidiana. Antes do início das discussões em sala de aula, a grande maioria dos alunos não possuía nenhuma informação concreta sobre a QAI e durante o desenvolvimento da proposta foi possível perceber que houve a apropriação de conhecimentos sobre o tema, perceptível em suas falas em sala e evidenciado nas respostas apresentadas nos questionários aplicados ao término da intervenção. Abaixo

seguem alguns trechos retirados dos relatos produzidos pelos estudantes ao final da proposta didática:

Sim, é muito importante saber como anda a qualidade do ar dentro de lugares fechados, pois assim podemos saber como cuidar de nossa saúde e como tentar purificar o ar onde nós vivemos. [...] aprendemos muita coisa com este tema e podemos usufruir desse tema fora da escola para o bem próprio, já que com os estudos desse tema é possível aprender mais a se prevenir de doenças e males que nos rodeiam. (QF03)

Sim, é muito importante estudar sobre isso, porque podemos descobrir como melhorar nossa saúde, como tudo funciona, desde a poluição do ar até como melhorar a qualidade do ambiente para que possamos viver melhor. (QF04)

Esses relatos indicam que os estudantes compreenderam a importância do tema, evidenciando que esse processo não se restringiu apenas à aquisição de informações. Como destacado por um dos estudantes, a relevância da QAI repousa em “descobrir como melhorar nossa saúde, como tudo funciona, desde a poluição do ar até como melhorar a qualidade do ambiente para que possamos viver melhor” (QF04). Evidencia-se pela análise dos fragmentos apresentados que o domínio dos assuntos vai além da simples descrição de características da poluição interior e também envolve compreender quais são os agentes, equipamentos, cuidados e ações necessárias para a melhoria da qualidade do ar em ambientes fechados.

Enquanto no início das discussões os estudantes demonstravam apenas surpresa e preocupação com os impactos da QAI, ao final da proposta, quando estimulados a refletir sobre o tema, além de reafirmar a preocupação preliminar, enfatizam especialmente a necessidade da tomada de atitudes para prevenção e combate à poluição interior. Esses resultados indicam que, possivelmente, a curiosidade inicial em relação a um assunto do qual não possuíam muitas informações, serviu como instrumento de mobilização para a compreensão e conscientização de sua relevância, explicitando a necessidade de saber mais sobre algo que afeta diretamente sua qualidade de vida.

Outra faceta do processo de alfabetização científica prática consiste em correlacionar os conteúdos científicos com situações vivenciadas pelos estudantes em seu cotidiano.

A Química, assim como as demais disciplinas científicas, possui grande potencial para apresentar explicações a diversos fenômenos naturais e experiências rotineiras, possibilitando a interpretação do mundo a partir da ótica do conhecimento científico. Ao enfatizar a utilidade desses saberes fora do ambiente educativo formal o professor apresenta outros significados aos conteúdos disciplinares, oportunizando novas compreensões sobre a importância que eles apresentam. Sobre esses aspectos, são relevantes os relatos apresentados a seguir.

Foi aprendido e tratado através de experimentos nessa aula que as reações químicas (ou ao menos parte delas) podem ser controladas. E fazemos isso várias vezes no cotidiano sem perceber. Ao usar uma panela de pressão para cozinhar, por exemplo, há uma influência que faz com que o feijão, ou seja, lá o que estiver na panela, cozinhar mais depressa. (D176)

Eu, particularmente, gostei da aula e também aprendi muito mais. Por exemplo, eu não sabia que as enzimas das batatas poderiam acelerar uma reação química. Agora com a experiência eu aprendi e gostei muito mesmo. (D180)

Os relatos apontam que os alunos conseguiram associar vários conceitos específicos da disciplina, como a influência da temperatura, da pressão, da superfície de contato e dos catalisadores (enzimas) em reações químicas, com situações que se apresentam em sua vida cotidiana. Essa associação é fundamental para que os estudantes percebam a importância da Química em suas vidas fora da escola, e ressaltam a necessidade de um ensino que também apresente significado imediato aos alunos e não apenas em um momento posterior.

Convém destacar que não se trata de defender um ensino meramente utilitário e imediatista, preocupado apenas com a simples aplicação dos conhecimentos escolares adquiridos. Ao contrário, trata-se de procurar dar sentido ao que se ensina e de defender um modelo de ensino que também se mostre capaz de lidar com problemas concretos. Esta é uma das características mais relevantes da dimensão prática de um processo de alfabetização científica: seu potencial para correlacionar o conhecimento científico com a realidade vivenciada pelos estudantes, abandonando a falsa noção de que esses saberes são um fim em si mesmos.

Também é recorrente no discurso dos estudantes que a percepção de novas possibilidades para utilização dos conteúdos disciplinares modificou sua maneira de encarar a Química e as demais disciplinas científicas. Vejamos alguns desses relatos:

Vejo diferente agora, vejo que as matérias científicas não são só contas, são coisas que vemos ou fazemos no dia a dia e que não sabemos que é considerado ciência, como as reações químicas. (QF01)

Em todas as aulas foi possível aprender um pouco mais sobre a Química em diferentes lugares que podemos encontrá-la em nosso dia a dia. Todas as aulas que tive me ajudaram a ver como matérias científicas podem nos ajudar a ter melhores visões do que nos rodeia e saber como funcionam certas coisas que às vezes até parecem sem importância para alguém que não preste atenção, mas que podem fazer toda a diferença em certas ocasiões. (QF03)

[...] agora eu penso que a Química não é só a matéria que se estuda na escola e só precisa dela para fazer a prova, mas é uma coisa que faz parte

do nosso dia a dia. Muito do que aprendi eu uso para o meu cotidiano agora. (QF10, Grifos nossos)

Constata-se que a análise de aplicações cotidianas dos conhecimentos químicos auxiliou os estudantes a perceber a disciplina como algo útil além da escola ou dos laboratórios. Desse modo, além de contribuir com o desenvolvimento de conhecimentos científicos básicos necessários para a interpretação do mundo em que vivem, a dimensão prática em um processo de alfabetização científica nas aulas de Química também contribui para a mudança da imagem que os estudantes têm da própria disciplina.

Esse aspecto (percepções sobre a ciência e a atividade científica) é discutido durante a análise da categoria relacionada à alfabetização científica cultural. Contudo, achamos pertinente apresentar esses relatos aqui, por estarem diretamente relacionados com as implicações práticas do conhecimento científico e também porque dessa maneira enfatizamos novamente que nenhuma das categorias de ACT encontra-se desvinculada das outras.

(ii) Alfabetização científica cívica

A alfabetização científica cívica está relacionada ao desenvolvimento de um posicionamento crítico para a tomada de decisão dos estudantes em relação a problemas que afetam diretamente sua vida. Para a formação de um cidadão responsável e atuante não basta ter domínio da informação. Esses conhecimentos apesar de necessários, não implicam em mudanças. É preciso analisar e discutir problemas por meio de uma postura questionadora, levando em consideração as opiniões divergentes e reconhecendo a necessidade da tomada de atitudes.

Em um processo de alfabetização científica a dimensão cívica enfatiza os princípios que envolvem as ações necessárias para que o cidadão tome decisões fundamentadas e participe ativamente da escolha dos rumos dados ao desenvolvimento científico-tecnológico. Segundo Bocheo (2011), para desenvolver essa capacidade exige-se que os estudantes sejam estimulados a lidar com decisões que requerem negociações e escolhas, principalmente referentes aos cuidados que se deve ter em relação à saúde, ao meio ambiente e ao bem-estar comum.

Desse modo, para identificar os indícios de alfabetização científica cívica utilizamos como objeto de análise as produções textuais dos estudantes que enfatizavam as atitudes e alternativas para se evitar ou minimizar os efeitos nocivos da poluição do ar em ambientes interiores. Examinando esses elementos, verificamos se os estudantes foram capazes de questionar as informações apresentadas, de analisar alternativas e de se posicionarem frente às contradições e desafios propostos pela discussão da temática da QAI. Entendemos que esse posicionamento pode ocorrer de duas formas: uma tomando em conta as percepções dos alunos em relação à situação apresentada e, outra, considerando a possibilidade de ações concretas para o enfrentamento do problema.

No que diz respeito à percepção dos alunos em relação à problemática envolvida, alguns alunos colocaram que a inserção contribuiu para que eles passassem a ter uma

opinião a respeito da situação. Estes aspectos são retratados nos relatos a seguir:

Foi passado um vídeo mostrando o ar condicionado por dentro, com uma câmera foi encontrada muita poeira, sujeiras, restos de ratos mortos, bolores e etc. E no vídeo falava que os edifícios mal construídos, mal iluminados e mal ventilados com o tempo podem adquirir a Síndrome do Edifício Doente, mais conhecida como SED. [...] No vídeo mostrou que existe uma doença chamada Legionella, que pode levar uma pessoa até mesmo à morte, tudo por causa de um ar-condicionado sem cuidado e sem manutenção constante. Essa bactéria assassina, em 1970, originou 182 casos de pneumonia e 30 pessoas mortas. Tudo por causa de um descuido de um hotel na Filadélfia. Por isso é muito importante a manutenção constante e a divulgação de quando foi feita a manutenção e se tudo está certo, porque às vezes por descuido de uma pessoa muitos podem pagar. (D113)

No decorrer da aula discutimos sobre o quão mal um ar condicionado pode fazer para nossa saúde, sendo que pode nos levar à morte. Edifícios doentes são um problema e não devemos permanecer nesses locais e se for o caso, nos informar sobre a manutenção dos mesmos. (D118)

Uma característica que merece atenção nos fragmentos acima, é que todos os alunos que se posicionaram apontaram a relevância do tema e a necessidade de cuidados com o ar interior de prédios e edifícios, em especial naqueles com ambientes climatizados. Destacou-se a preocupação com a regularidade das manutenções, com a divulgação de informações sobre a qualidade do ar dos sistemas de ar-condicionado e com a Síndrome dos Edifícios Doentes³. Isso indica que os estudantes relacionaram a importância da QAI para sua qualidade de vida e reforça o entendimento de que a temática faz parte de seu contexto sociocultural.

Outros alunos argumentaram especificamente sobre a necessidade da tomada de atitudes em relação aos problemas associados à QAI, como mostram os relatos abaixo:

O ar-condicionado deve ser limpo semanalmente, porque a sujeira pode causar doenças nas pessoas. Nos shoppings o perigo é sempre maior porque nunca sabemos se está limpo ou não. [...] não sei explicar muito em palavras o que entendi, mas agora eu sei que posso processar um prédio se eu passar mal naquele estabelecimento. (D108)

[...] para saber se prevenir você deve saber o que acontece e então tomar prevenções. [...] já mudei vários hábitos meus para melhorar a qualidade do ar interior. (QF15)

Os relatos destacados indicam que a preocupação com QAI avançou para além da aquisição de informações ou do conhecimento de suas implicações e apontam a

³ Segundo Strauz (2001), o termo Síndrome do Edifício Doente (SED) é usado para descrever situações em que ao menos 20% dos ocupantes de edifícios experimentam efeitos agudos na sua saúde ou conforto que parecem estar relacionados com a permanência no seu interior e não com uma doença específica ou uma causa identificada.

necessidade de ações para o enfrentamento do problema. Essas ações podem envolver mudanças de hábitos ou atitudes diretas, como aquelas apontadas pelos estudantes. De qualquer modo, a percepção de que há essa necessidade indica que o conhecimento escolar passou a ser encarado como um meio e não mais como um fim, como um instrumento necessário para julgamentos, tomada de decisões e ações.

Os indícios do desenvolvimento de alfabetização científica cívica (seja por meio das reflexões em relação à problemática associada à QAI ou mediante a possibilidade de ações específicas) reforçam a necessidade de práticas de ensino que procurem não apenas contextualizar o conhecimento abordado em sala, mas também propiciar condições para que os estudantes possam tomar consciência de seu papel no contexto social em que estão imersos.

(iii) Alfabetização científica cultural

Na categoria relacionada à alfabetização científica cultural analisamos se o desenvolvimento da inserção didático-pedagógica perturbou as concepções dos estudantes sobre a natureza do conhecimento científico, de modo a inferir se a proposta contribuiu para que percebessem a ciência como uma atividade essencialmente humana, cujas implicações políticas, sociais e econômicas influenciam em seu processo de construção e desenvolvimento.

O primeiro aspecto analisado remete ao processo de formulação dos modelos e teorias científicas. Procuramos investigar como os estudantes entendem que se daria esse processo, buscando em suas respostas a existência de elementos que possam caracterizar a atividade científica. Assim, investigamos qual caminho deve ser trilhado para a formulação de um modelo, de uma lei ou teoria científica, bem como as limitações que essas representações apresentam. Em relação a esses aspectos, destacam-se os relatos abaixo:

[...] um modelo científico não é o modelo exato das coisas, mas tem características semelhantes e sempre pode estar mudando em algum detalhe. Ele serve para explicar ou representar alguma teoria. (D076)

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

Os relatos apresentados indicam que as discussões realizadas em sala auxiliaram os estudantes a perceber que os modelos científicos não são cópias da realidade, mas representações úteis para a compreensão de determinados fenômenos ou para a formulação de teorias. Nem sempre essas representações apresentam correlação direta

com fatos observáveis no mundo natural ou expressam fielmente algum fenômeno ou evento. Essa constatação é importante para que os estudantes percebam algumas limitações intrínsecas à natureza do trabalho científico.

Outro ponto importante a considerar é sobre a transitoriedade e validade dos modelos e teorias, como destacado acima no diário D076 e presente também em outros relatos:

Uma teoria científica nunca está acabada e as chamadas ‘verdades científicas’ ou ‘provado cientificamente’ é algo aceito baseado nas pesquisas atuais. Isso quer dizer que não tem como os pesquisadores chegarem a uma resposta concreta. Eles não têm como testar em todas as pessoas do mundo para saber que determinado produto não faz mal para ninguém. (D082)

Em geral, uma teoria científica é baseada em informações e observações feitas por vários outros cientistas que chegaram a mesma conclusão várias vezes. Mas nem mesmo o fato de ter sido testada várias vezes por vários cientistas distintos deixa completamente verdade incontestável, pois sempre pode haver contradições. (D085)

Os relatos indicam que os estudantes começaram a questionar a concepção tradicional de ciência que a caracteriza como um processo definitivo, fiável e objetivo. Segundo Gil-Pérez et al. (2001), uma visão de ciência rígida, como resultado de um método científico infalível, no qual um conjunto de etapas a seguir mecanicamente, um tratamento quantitativo e controle rigoroso evitam a ambiguidade, distorce o caráter incerto das teorias científicas e configura-se como uma concepção deformada de ciência. Não se trata de ignorar as normas, hábitos e técnicas da ciência, mas de compreender que não é a mera observância de um conjunto de regras que fundamenta a atividade científica. Esse conjunto de regras configura-se em uma série de recomendações socialmente aceitas pela comunidade científica, mas por si só não implica em certeza alguma.

Podemos considerar, portanto, que a proposta didática contribuiu para mostrar que o pensamento científico se modifica com o tempo, evidenciando que os modelos e teorias científicas não são construções definitivas, mas objeto de constante revisão. Considerar a provisoriedade, as incertezas, atribuir valor às tentativas e entender a atividade científica como um processo em permanente construção além de apresentar uma visão mais realista da ciência, também possibilita aos estudantes avaliar os posicionamentos controvertidos dos especialistas e aceitar diferentes alternativas para resolver um determinado problema (SOLOMON, 1998).

Em seus textos os estudantes também apresentaram informações sobre sua percepção da imagem dos cientistas e das influências externas na construção do conhecimento científico.

Sobre esses aspectos, basta uma pesquisa rápida na *internet* para perceber o imaginário social sobre a figura do cientista e a atividade científica. De modo geral, o cientista é retratado como um indivíduo do sexo masculino, solitário, desleixado e genial.

Esse indivíduo excêntrico interage apenas com seu próprio mundo e tem o laboratório como principal referência de trabalho (GIORDAN; KOSMINSKY, 2002). Desse retrato caricato propagado na mídia e socialmente aceito, deriva uma falsa impressão de que a ciência é uma atividade para alguns poucos escolhidos, uma minoria especialmente favorecida.

Segundo Gil-Pérez et al. (2001) isso transmite expectativas negativas aos estudantes, desestimulando seu interesse pela ciência ao caracterizá-la como uma atividade individualista, elitista e eminentemente masculina. Relacionado à mesma problemática, os autores também argumentam que a imagem dos cientistas como seres desconectados da realidade, isentos da necessidade de fazer escolhas e acima do bem e do mal, reforça uma concepção de ciência socialmente neutra. Deriva desse contexto, uma perspectiva de que a ciência, a tecnologia e a sociedade são entidades autônomas e diferentes, sem conexões, e cujas implicações não afetam umas às outras. Em relação a esses aspectos, destacam-se os relatos abaixo:

Não podemos parar de acreditar na ciência, mas mesmo que a gente acredite não podemos 'confiar cegamente' porque nada relacionado à ciência é totalmente confiável, comprovado. A ciência chega ao mais próximo possível da verdade. O cientista é um cidadão comum como todos nós, a diferença é que ele estudou sobre a ciência, fez experimentos, pesquisas. Ele pode sim ter ajuda de outras pessoas e ser influenciado por elas em suas decisões. (D086)

Não acho que a ciência seja neutra, pois assim como tem pessoas que a usam de modo certo, tem pessoas que usam para coisas erradas e que acabam prejudicando outras pessoas e a si mesmo. [...] eu sempre achei que a ciência explicava a verdade, o fato de alguma coisa. Toda vez que eu ouvia pessoas na televisão falando que alguma pesquisa foi realizada e que tal coisa fazia mal ou bem às pessoas eu não questionava. Eu achava que era tudo verdade e que 'se foram os cientistas que falaram eu não posso fazer nada'. Mas não, com as aulas desse trimestre eu aprendi que nem toda pesquisa é verdade e que se achamos que está errado, devemos sim questionar, bater o pé e falarmos o que pensamos e não aceitar tudo de cabeça baixa. (QF12)

Os relatos apontam que os estudantes começaram a perceber a figura do cientista como a de uma pessoa comum, que assim como qualquer outro profissional enfrenta desafios, encontra contradições e sofre múltiplas influências em seu trabalho. Muito embora não tenha havido menção ao fato de que a atividade científica não se configura como um trabalho masculino, ignorando-se que tanto homens quanto mulheres praticam e fazem ciência com a mesma frequência e competência, acreditamos que nossa inserção didático-pedagógica conseguiu perturbar alguns conceitos (ou preconceitos) difundidos sobre a natureza da ciência ao evidenciar o caráter humano e subjetivo do trabalho científico.

Por fim, o último aspecto analisado em relação à alfabetização científica cultural está associado com a imagem que os estudantes apresentam da ciência e das disciplinas científicas.

Apesar da sua grande importância em nossa sociedade, o conhecimento científico que é apresentado nas escolas não reflete nenhum dos aspectos da ciência como um empreendimento humano, nem desperta a curiosidade ou interesse dos estudantes. Em uma sociedade na qual a informação encontra-se ao alcance dos dedos e basta um leve clique no *mouse* para descobrir, por exemplo, fórmulas, reações e usos para qualquer substância química ou processo industrial publicado, o argumento de que é necessário ir para a escola apenas para adquirir conhecimentos já não se sustenta.

Essa conjuntura implica em um modelo de ensino que se afaste da mera reprodução de saberes e se preocupe em propiciar meios para que os estudantes percebam o conhecimento científico como parte importante de suas vidas. Em outras palavras, o conhecimento científico precisa ser encarado não apenas em função de sua utilidade cotidiana ou de seus códigos e linguagem específicos, mas como parte da diversidade cultural que caracteriza o tempo em que vivemos. Sabemos que esse processo acontece tanto em ambientes formais quanto informais, de modo espontâneo e contínuo. No entanto, acreditamos que também é papel da escola auxiliar os estudantes a perceberem a ciência como mais uma dentre as práticas culturais socialmente legitimadas.

Sobre esses aspectos, a análise das respostas dos alunos aos questionários aplicados ao final da inserção didática apresentou alguns relatos significativos:

Todas as aulas que tive me ajudaram a ver como matérias científicas podem nos ajudar a ter melhores visões do que nos rodeia e saber como funcionam certas coisas, que às vezes até parece algo sem importância para alguém que não preste atenção, mas que pode fazer toda a diferença em certas ocasiões. Isso porque essas aulas deixaram, de certa forma, os alunos mais sábios e atentos aos estudos e a prestar mais atenção no mundo em que vivemos. (QF03)

Já achava ciência em geral fascinante, mas as aulas expandiram meu gosto pela mesma. Além de reforçar, como sempre, que ‘tudo é química’. Porém, o melhor de tudo é que não encaro mais a ciência como ‘só contas’, mas como algo mais. Envolve não só significados e axiomas, mas o uso e a interpretação da linguagem e do mundo que nos cerca. (QF14)

Percebemos nas respostas dos alunos que a ciência e as disciplinas científicas deixaram de ser vistas apenas como disciplinas chatas, complicadas e descontextualizadas. A atividade científica passou a ser encarada como um meio para interpretação da realidade – da “linguagem e do mundo” (QF14) – constituindo-se assim, em um mecanismo de aprimoramento pessoal que está ao alcance de todos.

A admiração demonstrada nas produções textuais dos estudantes se configura como mais uma etapa de um processo de alfabetização científica cultural, por meio do

qual, apesar do reconhecimento das limitações e contradições presentes na construção e desenvolvimento do conhecimento científico, a ciência ainda é entendida como uma ferramenta necessária para a compreensão do mundo em que vivemos.

(iv) Alfabetização científica profissional

Esta categoria foi construída para analisar indícios de que o desenvolvimento da proposta didática incentivou os estudantes para o trabalho com a ciência ou áreas correlatas.

A dimensão profissional de um processo de alfabetização científica busca enfatizar a importância econômica de determinado tema ou ressaltar aspectos relacionados à formação profissional dos estudantes. Segundo Milaré, Richetti e Pinho Alves (2009), essa dimensão envolve abordar conhecimentos mais específicos e complexos, que não são tão aplicáveis no cotidiano, mas que por outro lado são importantes em determinadas áreas profissionais e enquadram-se na Química aplicada ao setor produtivo.

A análise das produções textuais produzidas durante e ao término da inserção, apresentou um único relato que faz menção direta ao interesse em seguir uma determinada carreira científica. Segundo esse relato:

Nessa parte de calcular é a parte que mais gosto, pois tenho muita facilidade em fazer contas, principalmente quando consigo realizá-las. Eu quero ser engenheira ou arquiteta, pois são as coisas que eu tenho muita facilidade e que gosto também. (D095)

Percebe-se no relato que a estudante pretende envolver-se em atividades profissionais associadas com a área das disciplinas exatas (arquitetura ou engenharia) em um futuro próximo. Argumenta que sempre apresentou facilidade para realização de cálculos e sinaliza que essa característica a fez adquirir afinidade pelas disciplinas científicas.

Apesar do conjunto de dados analisado apresentar este único relato associado com a categoria de alfabetização científica profissional, acreditamos que o desenvolvimento da inserção didática auxiliou (de maneira direta ou indireta) a realçar uma característica vocacional preexistente.

(v) Alfabetização tecnológica prática

A alfabetização tecnológica prática se relaciona com a apreensão de conhecimentos tecnológicos básicos e de utilidade imediata. Envolve tanto o entendimento do funcionamento de equipamentos quanto à compreensão de símbolos e da linguagem tecnológica presente em aparatos de uso cotidiano. Essas habilidades são fundamentais para a autonomia no contexto tecnológico e auxiliam a instrumentalizar o indivíduo para interagir com esses dispositivos.

Aproveitamos a abrangência da temática para refletir com os estudantes sobre as funcionalidades e a simbologia associada aos aparelhos de purificação e climatização do ar interior. Sobre esses aspectos destacam-se os fragmentos a seguir.

Alguns aspiradores de pó utilizam filtros do tipo HEPA. Esse tipo é muito bom porque eles são projetados para reter as partículas que fazem mal à saúde, enquanto as vassouras e espanadores levantam partículas de poeira e dispersam ácaros pelo ar. (D138)

Sim, pois a partir disso vamos saber qual é o aparelho eletrônico adequado para nós e suas funções. Aprendemos a como entender suas especificações técnicas, tornando melhor e mais segura a sua manutenção. (QF06)

Em suas narrações os alunos destacaram algumas características técnicas sobre a operação de aparatos desenvolvidos para purificação e climatização interior, como seus usos, funções e limitações. Não conhecer as características de determinados aparelhos de uso cotidiano além de impedir o cidadão de interagir satisfatoriamente com esses equipamentos, normalmente implica em seu mau uso e, eventualmente, em riscos para o usuário.

Nesse sentido, destacamos os relatos sobre a nomenclatura de alguns filtros presentes em aspiradores de pó (HEPA). Os filtros HEPA proporcionam a limpeza de ambientes domésticos e auxiliam na purificação do ar interior, removendo ácaros e micro-organismos. Este é um exemplo significativo de que compreender elementos da linguagem tecnológica possibilita ao cidadão escolher com mais propriedade, otimizar o uso dos vários recursos tecnológicos disponíveis e, ao reconhecer os limites e potencialidades dos aparatos, melhorar sua qualidade de vida.

(vi) Alfabetização tecnológica cívica

Enquanto a categoria associada à alfabetização tecnológica prática buscou verificar se os estudantes apresentaram familiaridade com a simbologia e com a funcionalidade dos artefatos tecnológicos presentes em seu cotidiano, a categoria relacionada com a alfabetização tecnológica cívica procura indícios de reflexões sobre a real necessidade desses aparatos e sobre o papel que cada indivíduo possui como usuário e consumidor dessas tecnologias.

Nesse sentido, procuramos durante as discussões em sala auxiliar os estudantes na definição de critérios para aquisição de um equipamento de climatização ou purificação do ar, levando em consideração as relações de custo-benefício envolvidas. Sobre esses aspectos, destacam-se vários relatos produzidos pelos alunos durante a inserção didática, dos quais selecionamos alguns para ilustrar este aspecto:

Quais as maneiras mais efetivas de propiciar uma melhoria na qualidade do ar interior? A resposta é simples: a maneira mais efetiva de resolver esse problema é reduzindo as fontes de poluição e utilizando uma ventilação adequada. Se todo mundo fizer isso o ar dentro de casa vai melhorar muito. Eu, particularmente, gostei muito da aula e aprendi que a melhor coisa é você ter uma ventilação adequada e diminuir a poluição. Isso favorece mais a nossa saúde do que comprar os aparelhos

de purificação do ar interior. (D142)

Sim, porque agora eu posso dizer para eles que não é adequado comprar aquele equipamento. Que o mais adequado é um que não prejudique nossa saúde e eu entendo agora qual seria o melhor. E meus pais quando eu falo alguma coisa que eu aprendi na escola eles acreditam e procuram seguir. (QF02, Grifos nossos)

Percebemos que os estudantes ressaltam a necessidade de critérios para a seleção e aquisição de um dispositivo de climatização ou purificação do ar interior. Destacam que apesar da maioria dos equipamentos apresentarem características semelhantes, são as características particulares de cada equipamento que devem ser consideradas no momento da compra.

Ressalta-se também os indícios de que as reflexões auxiliaram os estudantes a perceber seu papel como formadores de opinião. Seu conhecimento mais aprofundado sobre o tema pode (e deve) influenciar nas escolhas das pessoas ao seu redor. Conhecer sobre as características, implicações, perigos e cuidados necessários para a aquisição ou utilização de determinado aparato tecnológico é vital para uma educação tecnológica preocupada com a formação de consumidores responsáveis. Longe de fomentar uma postura antitecnológica, reforçando apenas as características negativas da tecnologia e dos dispositivos associados, trata-se de incentivar os estudantes a adotarem uma atitude crítica em relação à necessidade e às implicações do uso indiscriminado desses aparatos.

(vii) Alfabetização tecnológica cultural

A alfabetização tecnológica cultural envolve estabelecer uma concepção do que vem a ser a tecnologia, de modo a perceber a atividade tecnológica como decorrente de uma rede de relações humanas, com suas próprias motivações, influências, valores, contradições e interesses. Tendo esses aspectos em mente, amparados no conjunto das atividades propostas e nos debates realizados em sala, procuramos auxiliar os estudantes a se posicionar criticamente sobre a natureza da tecnologia e a perceber sua estreita relação com o contexto social no qual estão inseridos.

Com esse intuito, inicialmente direcionamos a análise no sentido de identificar nas falas dos alunos se houve diferenciação entre a atividade tecnológica, a atividade científica e o (mero) uso ou produção de aparatos tecnológicos. Procuramos indícios de que a tecnologia passou a ser encarada como um campo de saberes que não se resume a manufatura de dispositivos e que, apesar de sua fecunda e intrínseca relação, também não se configura em ciência aplicada (que ambas – ciência e tecnologia – podem trilhar caminhos distintos).

Sobre estes aspectos, são significativos os relatos abaixo:

Vimos que a tecnologia, não é só os aparelhos eletrônicos e que ela está presente em nossa vida mais do que a gente imaginava. Hoje em dia é difícil se separar do mundo tecnológico. A tecnologia é muito boa e importante para a nossa vida, pois ela facilita nossas tarefas e torna

mais fácil nossa vida. Diversas doenças e limitações são superadas e a vida se prolonga através da tecnologia. Mas ao mesmo tempo ela traz algumas desvantagens, como o controle e manipulação da nossa vida. (D158)

Estamos cercados de tecnologia o tempo todo e de todos os modos, e geralmente quando não há reflexão sobre o que nos cerca a tendência é estagnar. Ao pensarmos criticamente concluímos que a tecnologia influencia de maneira estrondosa em nossa sociedade e a reflexão foi deixada de lado por causa dela. Para evitar o domínio da criação sobre o criador é necessário que se tenha consciência dos fins das demais tecnologias e dos meios que elas influenciam em nossas vidas, como se tivessem vida própria. E essa reflexão (não há certeza) pode ser que nos ajude a iluminar algumas concepções, ajudando-nos a decidir seus caminhos e fazer o uso da tecnologia em função de seu objetivo: melhorar a vida das pessoas. Cabe a cada um de nós não ser negligente. [...] Podemos definir tecnologia como tudo o que foi desenvolvido por mãos humanas no decorrer da história. Discutir tecnologia é discutir a ciência, as construções e também os equipamentos e sua influência na sociedade e também na Terra. (QF14)

As descrições destacadas indicam que os estudantes perceberam que não são os objetos em si que definem a tecnologia; que esses artefatos são apenas produtos da atividade tecnológica, resultados decorrentes de uma série de ações humanas e não humanas (aspectos organizacionais, técnicos, sociais e culturais) que fazem com que os objetos se materializem e adquiram valor (LINSINGEN, 2007).

Os alunos também demonstraram a compreensão de que a tecnologia envolve um grupo próprio de estudos bastante heterogêneo e distinto daqueles associados com a atividade científica.

Segundo a concepção clássica, cabe à ciência fornecer a fundamentação teórica para a construção tecnológica. Nesse esquema, a ciência sempre antecede a tecnologia. Porém, tal distinção é bastante abstrata e são vários os exemplos na literatura que desmistificam esse posicionamento, reconhecendo que a tecnologia também é capaz de gerar ciência. Como exemplos temos a tecnologia das lentes, que surgiu antes da ciência ótica. Logo, Galileu não imaginava como funcionava o telescópio que lhe permitiu revolucionar a astronomia. Do mesmo modo, a máquina a vapor que impulsionou a revolução industrial foi inventada antes dos princípios da termodinâmica terem sido estabelecidos (CASTELFRANCHI, 2008).

Por outro lado, há inúmeras teorias científicas que surgiram independentemente de qualquer descoberta tecnológica. Torna-se fundamental perceber que apesar da ideia de que a hibridização desses campos de saberes numa perspectiva linear de desenvolvimento (pesquisa – ciência – tecnologia) seja bastante fecunda, não explica a complexidade e as especificidades de cada uma dessas áreas do conhecimento humano.

Também é perceptível nos discursos dos estudantes a preocupação em mensurar

o quão abrangente a tecnologia se tornou e o quanto interfere em nossas vidas. Argumentam que é difícil separar o mundo natural do mundo artificial, que suas fronteiras se apresentam cada vez mais tênues e que “estamos cercados de tecnologia o tempo todo e de todos os modos” (QF14).

Esta sensação de onipresença causa certo desconforto, principalmente se levarmos em consideração que a relação nem sempre parece consensual. Ao mesmo tempo em que concordam que a tecnologia torna nossas vidas melhores e mais fáceis, os estudantes também demonstram inquietação com os rumos da atividade tecnológica e principalmente, com seu poder de decisão nesse processo. A velocidade de crescimento da tecnologia e sua influência nos mais diversos aspectos da vida do homem parecem não dar espaço para a uma reflexão aprofundada sobre suas implicações.

Evidencia-se, assim, o fato de que há uma crescente necessidade de introduzir no ambiente educativo discussões sobre a natureza humana da atividade tecnológica, buscando superar o “sonambulismo tecnológico” (WINNER, 1986), que caracteriza o comportamento conformado que a maioria dos indivíduos apresenta perante a tecnologia e seus produtos derivados.

(viii) Estratégias didáticas

Conforme destacado anteriormente, o embasamento teórico utilizado para a construção e desenvolvimento da proposta didática naturalmente se configurou em um grupo de categorias de análise definidas *a priori*.

Durante o processo de análise do *corpus* da pesquisa, a leitura e interpretação das produções textuais dos estudantes apresentou uma série de elementos comuns que se constituíram em uma nova categoria de análise, definida *a posteriori*. Esta categoria emergente se relaciona com as percepções dos alunos sobre a dinâmica das aulas, sua participação nas discussões em sala e suas impressões das atividades realizadas.

Nesse sentido, o primeiro aspecto destacado relaciona-se com a maneira como as aulas foram desenvolvidas.

Em geral, o ensino de Química praticado no Ensino Médio encontra resistência por parte dos alunos. Segundo Mortimer e Machado (2011), essa resistência deriva de um modelo de ensino que não visa a construção de conceitos e encontra-se pautado pela memorização de fórmulas, macetes ou pela simples aplicação de saberes de pouco uso cotidiano.

Ainda que a crescente especialização tenha afastado alguns conceitos químicos da cultura geral, é inegável sua importância para a vida das pessoas. Isso ocorre não só por meio dos produtos derivados, mas devido a sua presença nas inovações da medicina, no aprimoramento de técnicas produtivas, na melhoria da qualidade e tempo de vida das pessoas, além dos conhecimentos necessários para embasar o debate e a participação em várias questões sociais, ambientais e políticas. Esses e vários outros exemplos auxiliam a justificar a necessidade de práticas em sala de aula que favoreçam a aprendizagem e estimulem o interesse pelo Ensino de Química.

Nesse contexto, uma nova atitude frente aos conteúdos disciplinares por intermédio de uma abordagem com Enfoque CTS, além de oportunizar a formação de cidadãos conscientes e críticos, é uma das possíveis formas de resgatar o interesse dos estudantes pela Química. Entretanto, sua efetiva implementação não se reduz somente a mudanças organizacionais e de conteúdo, mas envolve também a dinâmica das aulas. Desse modo, procuramos privilegiar durante as aulas atividades e práticas que favorecessem a participação ativa dos alunos, valorizassem o diálogo, o caráter investigativo e o debate de ideias.

Esses aspectos não passaram despercebidos nas produções textuais dos estudantes e são significativas as impressões apresentadas nos relatos a seguir:

A aula foi muito interessante, várias pessoas participaram e deram suas opiniões, foi muito boa e participativa. [...] Na minha opinião, eu gostei da aula pois foi uma aula interativa e fiquei sabendo de coisas que não sabia. (D009)

Houve bastante diferença em relação às aulas de química do início do ano. Como o assunto envolvia teoria científica parece ser mais fácil para abordar os assuntos dessa maneira. Cada uma das aulas começava com uma introdução e se desenvolvia com experimentos, pensamentos, escrita, etc. E isso é claro, não se parece com uma aula de ensino médio – se aproxima mais de uma aula acadêmica. [...] As aulas foram sempre um terreno preparatório para a aula seguinte e após o término as ideias se organizavam automaticamente na cabeça. Ao invés de haver choques entre as ideias passadas nas aulas, ocorre uma interação mútua: os assuntos se completam, facilitando as conclusões e a fixação. As aulas, seus demais exercícios e diários eram todas peças de um quebra-cabeça que só seria montado com todas elas. (QA13)

Os estudantes destacam a diferença entre as aulas desenvolvidas durante a proposta didática e as aulas tradicionais de Química. Ressaltam que “várias pessoas deram suas opiniões” (D009), e que as atividades propostas pareciam “peças de um quebra-cabeça que só seria montado com todas elas” (QA13), denotando o efeito de que as aulas foram bem articuladas e se apresentaram mais interativas, participativas e instigantes.

Acreditamos que a utilização dos 3MP (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002) auxiliou a imprimir uma nova dinâmica para as aulas e, ao valorizar o diálogo em sala, evidenciou aos alunos a importância de sua participação. Eles passaram a colocar suas opiniões sem receio de críticas ou repreensões por parte do professor ou dos próprios colegas. A partir dessa postura, o debate e argumentação nas aulas de Química começaram a ser vistos com naturalidade.

Outro aspecto revelado pelos estudantes relaciona-se com os experimentos realizados durante a inserção didático-pedagógica.

A busca por metodologias que facilitem o desenvolvimento do processo de

ensino e aprendizagem nas aulas de Química tem ganhado espaço nos últimos anos com a consolidação da pesquisa no Ensino de Ciências no Brasil (SCHNETZLER; ARAGÃO, 1995). Dentre as possibilidades apresentadas na literatura, destaca-se a ênfase no ensino experimental, em oposição às tradicionais aulas expositivas.

A experimentação vem sendo intensamente debatida e geralmente tem sido apontada como um importante recurso no desenvolvimento de saberes conceituais, procedimentais e atitudinais (GALIAZZI et al., 2001). Santos e Schnetzler (1996) ressaltam que, especificamente no âmbito do Ensino de Química, a importância da experimentação reside na caracterização de seu papel investigativo e de sua função pedagógica em auxiliar o aluno na compreensão dos fenômenos químicos. As atividades experimentais se convertem em instrumentos auxiliares da prática docente que podem instigar a curiosidade dos alunos em relação aos assuntos abordados em sala – apresentando um caráter motivador – e contribuir para a construção do conhecimento científico.

No entanto, Francisco Júnior, Ferreira e Hartwig (2008) argumentam que, para que a função pedagógica das atividades experimentais estreite o elo entre a motivação e a aprendizagem, o papel do educador é de suma importância, pois qualquer que seja o recurso didático ou metodologia utilizada, o que vai tornar a aula mais atraente ao aluno é o planejamento realizado pelo docente. É necessário que o professor pondere as várias possibilidades do trabalho experimental para que possa focalizar suas ações naquelas que pareçam mais coerentes com a metodologia de aula, com os conteúdos abordados, com a temática a ser discutida, com a complexidade dos experimentos, com a turma, com os recursos, o espaço e o tempo disponível para realizá-las.

Nesse sentido, procuramos realizar experimentos com materiais de baixo custo, que pudessem ser desenvolvidos em pequenos grupos na própria sala de aula e articulados à dinâmica dos 3MP. Essa opção implicou em uma perspectiva investigativa de experimentação que visou superar a simples manipulação de materiais ou a exemplificação de conceitos e possibilitar a discussão dos experimentos associada à sua problematização.

A análise das produções dos estudantes apresentou uma série de relatos sobre suas avaliações dos experimentos realizados em sala. A seguir apresentamos alguns desses relatos:

Antes dessa experiência, havia uma outra pequena experiência na qual devíamos representar em desenho o espalhamento de moléculas de gás pelo resto da sala. Chegamos à conclusão de que aprender com uma prática é muito mais proveitoso para a aula. (D026)

Eu achei legal essa aula, porque gosto de coisas que envolvem experiências, pois é uma coisa que nós nunca iríamos parar para raciocinar sobre essas coisas. Quando fazemos esse tipo de aula aprendemos e descobrimos coisas novas. Dá vontade de querer fazer mais experimentos para que possamos descobrir mais coisas que jamais

descobriríamos. Só fazendo essas aulas mesmo, muito legal a do balão da manta aquecida. Gostei. (D031)

Quando os alunos relatam que chegaram à conclusão de que “aprender com uma prática é muito mais proveitoso para a aula” (D026) e que “dá vontade de querer fazer mais experimentos para que possamos descobrir mais coisas que jamais descobriríamos” (D031), ressalta-se o aspecto mobilizador da aprendizagem por meio das atividades experimentais e seu potencial para aguçar a curiosidade dos alunos em relação ao conhecimento científico.

Por fim, o último aspecto apontado pelos estudantes em relação às estratégias didáticas utilizadas para o desenvolvimento da proposta se relaciona com as vantagens da redação dos diários de bordo.

Conforme destacamos anteriormente, no decorrer das aulas que compuseram o desenvolvimento da proposta didática cada um dos estudantes ficou responsável por produzir um texto narrativo sobre essas aulas. Além de representarem uma fonte de dados para pesquisa, esses diários desempenharam um importante papel como instrumentos facilitadores do aprendizado nas aulas de Química ao estimularem a escrita, a memória, a reflexão e ao propiciarem aos estudantes meios para expressar suas opiniões.

Para Oliveira e Carvalho (2005), a discussão de ideias e a redação de textos nas aulas de ciências podem se revelar como uma importante ferramenta para a apreensão de conceitos, dado o potencial singular da escrita para organizar e refinar ideias sobre um tema específico. Sobre esses aspectos, destacamos alguns relatos:

Foi uma ideia muito boa e, pelo que parece com bons resultados, já que ao escrever o que aconteceu na aula e o que foi estudado, o aluno estudava indiretamente o assunto e tinha uma opinião concreta do que foi estudado, conseguindo guardar melhor o assunto e a matéria estudada. Além disso, o professor também podia avaliar como suas aulas estavam e como os alunos aprendiam, usando isso para melhorar seu método de ensino. (QA02)

Na minha opinião isso nos ajudou muito, pois tínhamos além das aulas algo para ser lembrado e escrito em casa. Isso ajudou porque além de termos que prestar atenção nas aulas para podermos escrevê-las depois, também participávamos das atividades em sala para podermos relatá-las. (QA05)

Os fragmentos apresentados evidenciam a importância da redação como mecanismo para retomada dos assuntos abordados em sala, pois “ao escrever o que aconteceu na aula e o que foi estudado, o aluno estudava indiretamente o assunto” e conseguia “guardar melhor o assunto e a matéria estudada” (QA02). Os estudantes também argumentam que a responsabilidade de escrever sobre as aulas implicou em maior participação e atenção, visto que “além de termos que prestar atenção nas aulas para podermos escrevê-las depois, também participávamos das atividades em sala para podermos relatá-las” (QA05).

Segundo Oliveira e Carvalho (2005), os estudantes valorizam a prática da escrita nas aulas de ciências por representarem um momento em que eles têm a possibilidade de expressar suas compreensões de forma individual acerca das atividades desenvolvidas. No entanto, Oliveira e Carvalho (2005) também apontam para a importância da construção de olhares mais atentos por parte de professores sobre os materiais escritos produzidos pelos estudantes, possibilitando perceber seu nível de entendimento, suas eventuais dificuldades e, caso necessário, utilizar outras abordagens ou estratégias de ensino diferenciadas. Esse fato também pode ser observado no primeiro relato destacado, quando o aluno argumenta que com a leitura dos textos dos estudantes “o professor também podia avaliar como suas aulas estavam e como os alunos aprendiam, usando isso para melhorar seu método de ensino”(QA02). Percebe-se que o aluno demonstrou consciência da importância de seus relatos, não apenas em função da melhoria de seu aprendizado individual, mas como um instrumento útil para reflexão e aperfeiçoamento do processo como um todo.

Considerações finais

O presente artigo objetivou contribuir para a reflexão sobre a inserção de abordagens com Enfoque CTS no contexto educacional do Ensino Médio. Os resultados encontrados, por meio da análise da proposta didática implementada junto à disciplina de Química, indicam que essa abordagem apresenta potencial para promover a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes, integrando os conteúdos científicos com as discussões CTS utilizando um tema socialmente relevante.

Os discursos dos alunos sinalizam uma mudança satisfatória em relação ao significado que eles passaram a atribuir aos conhecimentos estudados e à importância desses saberes para sua formação como cidadãos. Dentre as principais contribuições proporcionadas pela inserção do Enfoque CTS destacamos: a percepção de que apesar de sua estreita relação, a ciência e a tecnologia apresentam seus próprios questionamentos e são decorrentes de um intrincado conjunto de relações humanas; a valorização do conhecimento científico em situações cotidianas; e o desenvolvimento de responsabilidade social mediante a discussão dos processos de tomada de decisão individual e coletivo em assuntos que envolvem a ciência e a tecnologia.

Da mesma forma, o envolvimento nas atividades evidencia os bons resultados que podem ser obtidos a partir de uma abordagem participativa e estratégias didáticas diferenciadas, superando o desinteresse normalmente observado em aulas expositivas e explicitando a importância do exercício da comunicação para a sistematização de ideias. Em especial, destacamos a contribuição dos 3MP para a organização do trabalho em sala de aula. Durante o desenvolvimento da intervenção didática, as etapas dos momentos pedagógicos foram essenciais para que os estudantes pudessem relacionar conceitos espontâneos com os conceitos científicos estudados, assim como expressar livremente suas opiniões sobre uma temática com a qual não estavam familiarizados e que ainda assim tem grande impacto em sua qualidade de vida.

Esse cenário positivo nos permite concluir que as abordagens com Enfoque CTS representam um caminho viável para a melhoria do ensino e aprendizagem nas aulas de ciências. Entretanto, entendemos que em função da multiplicidade de experiências que vêm sendo denominadas CTS e as diferentes concepções educacionais identificadas sob essa designação, há que se destacar que o desafio de se estabelecer inserções em sala de aula envolve considerar algumas diretrizes.

Investir em uma abordagem com Enfoque CTS implica, dentre outros fatores, em analisar as características de cada conteúdo e cada realidade escolar, utilizar estratégias didáticas que valorizem a participação e o diálogo em sala, organizar as discussões em torno de uma temática que faça parte do contexto sociocultural dos estudantes e, principalmente, envolve um sólido referencial teórico que oriente sua construção e desenvolvimento. Para os professores, consideramos fundamental a oferta de programas de formação continuada, mediante os quais seja possível repensar suas práticas e conceber novas perspectivas em relação ao papel desempenhado pelos saberes escolares.

Acreditamos que a análise de cada um desses aspectos e as reflexões aqui apresentadas podem contribuir para a implementação de abordagens com Enfoque CTS e indicar caminhos para pensar em práticas educacionais voltadas para a formação da cidadania na sociedade atual.

Referências

AIKENHEAD, G. S. STS education: A Rose by any other name. In: CROSS, R. (Ed): **A vision for science education: responding to the work of Peter J. Fensham**, p. 59-75. New York: Routledge Falmer, 2003.

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

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

BOCHECO, O. **Parâmetros para a abordagem de evento no enfoque CTS**. 2011. 165 p. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2011. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/95281/294999.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 05 jun. 2016.

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

CARLETTO, M. R.; PINHEIRO, N. A. M. Subsídios para uma prática pedagógica transformadora: contribuições do enfoque CTS. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 15, n. 3, p. 507-525, 2010.

CASTELFRANCHI, J. **As serpentes e o bastão: tecnociência, neoliberalismo e inexorabilidade**. 2008. 380 p. Tese (Doutorado em Sociologia) – Universidade Estadual

de Campinas, Campinas, 2008. Disponível em: <<https://cteme.files.wordpress.com/2009/06/castelfranchijuri.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2016.

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

FRANCISCO JUNIOR, W. E.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, R. Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciências. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 30, p.34-41, 2008.

GALIAZZI, M. C.; ROCHA, J. M. B.; SCHMITZ, L. C.; SOUZA, M. L.; GIESTA, S.; GONÇALVES, F. P. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v.7, n.2, p.249-263, 2001.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALIS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p.125-153, 2001.

GIORDAN, M.; KOSMINSKY, L. Visões de ciências e sobre cientista entre estudantes do ensino médio. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 15, p. 11-18, 2002.

HUNSCHE, S.; DELIZOICOV, D. A abordagem temática na perspectiva da articulação Freire-CTS: um olhar para a instauração e disseminação da proposta. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa no Ensino de Ciências. São Paulo: Campinas, **Anais eletrônicos...** ABRAPEC, 2011. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0879-1.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2016.

LINSINGEN, I. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, Campinas, v. 1, número especial, p.1-17, 2007.

MILARÉ, T.; RICHETTI, G. P.; PINHO ALVES, J. Alfabetização científica no ensino de Química: uma análise dos temas da seção Química e Sociedade da Revista Química Nova na Escola. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v.31, n.3, p.165-171, 2009.

MORAES, R.; GALIAZZI, M.C. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Editora Unijuí, 2007.

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.

OLIVEIRA, C. M. A.; CARVALHO, A. M. P. Escrevendo em aulas de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 11, n. 3, p. 347-366, 2005.

OLIVEIRA, S.; GUIMARÃES, O. M.; LORENZETTI, L. Uma proposta didática com abordagem CTS para o estudo dos gases e a cinética química utilizando a temática da qualidade do ar interior. **R.B.E.C.T.**, Ponta Grossa, v. 8, n. 4, p. 75-105, 2015.

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**, Bauru, 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**, Bauru, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

SANTOS, J. C. **Avaliação da qualidade do ar em jardins-de-infância**. 2010. 96 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais)– Universidade do Porto, Portugal, 2010. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/58949/1/000144993.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2016.

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**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2002.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. O que significa ensino de Química para formar o cidadão? **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 4, p. 28-34, 1996.

_____. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. 3. ed. Ijuí: Unijuí, 2003.

SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n.1, p.27-31, 1995.

SOLOMON, J. Science technology and society courses: tools for thinking about social issues. **International Journal of Science Education**, v. 10, n. 4, p.357-366, 1988.

STRAUZ, M. C. **Análise de acidente fúngico na Biblioteca Central de Manguinhos: um caso de síndrome do edifício doente**. 2001. 145 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da área de Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: <<http://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/5442/2/850.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2016.

STRIEDER, R. B. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas**. 2012. 283 p. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-13062012-112417/pt-br.php>>. Acesso em: 05 jun. 2016.

STRIEDER, R. B.; KAWAMURA M.R. Panorama das pesquisas pautadas por abordagens CTS. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa no Ensino de Ciências. Santa Catarina: Florianópolis, **Anais eletrônicos...** ABRAPEC, 2009. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/463.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2016.

VERDELHOS, V. M. M. **Caracterização da qualidade do ar interior em espaços públicos com permissão de fumar**. 2011. 97 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente)– Universidade de Coimbra, Portugal, 2011. Disponível em: <https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/19975/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Vanessa%20Verdelhos_2011.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2016.

WHO. **Who Guidelines for Indoor Air Quality: Dampness and Mould**. Germany: Druckpartner Moser, 2009. Disponível em: <http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0009/128169/e94535.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2016.

WINNER, L. **The whale and the reactor**. A search for limits in an age of high technology. Chicago: The University of Chicago Press, 1986.

Silvaney de Oliveira

Universidade Federal do Paraná - UFPR
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática
Curitiba, Brasil
darthney@yahoo.com.br

Orliney Maciel Guimarães

Universidade Federal do Paraná - UFPR
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática
Curitiba, Brasil
orli.guimaraes@gmail.com

Leonir Lorenzetti

Universidade Federal do Paraná - UFPR
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática
Curitiba, Brasil
leonirlorenzetti22@gmail.com

Recebido em 15 de abril de 2015
Aceito para publicação em 12 de julho de 2016