

O Enfoque CTS e as Concepções de Tecnologia de Alunos do Ensino Médio

(STS Focus and Technology Concepts of High School Students)

SILVANEY DE OLIVEIRA, ORLINEY MACIEL GUIMARÃES e LEONIR LORENZETTI

Universidade Federal do Paraná (darthney@yahoo.com.br, orli.guimaraes@gmail.com, leonirlorenzetti22@gmail.com)

Resumo. Neste artigo analisamos as concepções de tecnologia apresentadas por alunos do Ensino Médio durante uma intervenção didático-pedagógica com Enfoque CTS em uma escola da rede pública de ensino da região metropolitana de Curitiba-PR. A metodologia utilizada foi a pesquisa qualitativa de natureza interpretativa e com observação participante. Os dados constituídos foram tratados por meio da Análise Textual Discursiva de Moraes e Galiazzi (2007). A análise dos dados indica que os estudantes apresentam diferentes visões sobre o que vem a ser a tecnologia e o modo como ela influencia e é influenciada pelo contexto sociocultural em que se insere. Além disso, observou-se maior participação dos alunos durante as aulas, evidenciando o interesse que o assunto desperta nos estudantes nessa modalidade de ensino.

Abstract. In this article we analyze the technology concepts presented by high school students during a didactic and pedagogical intervention with STS Focus in a public school in the metropolitan region of Curitiba-PR. The research is classified as a qualitative and interpretive with participant observation. For the treatment of the data, we used the contributions of Análise Textual Discursiva of Moraes and Galiazzi (2007). Analysis of the data indicates that students have different views on what is to be the technology and how it influences and is influenced by the socio-cultural context in which it operates. In addition, there was greater participation of students in class, showing the interest that the subject awakens in students in this type of education.

Palavras-chave: tecnologia, CTS, ensino de ciências, ensino médio

Keywords: technology, STS, science education, high school

Introdução

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

Nesse contexto, uma das principais características das sociedades contemporâneas é a presença constante da tecnologia na organização das práticas sociais, das mais complexas às mais elementares. Seu papel é determinante, não apenas por meio dos artefatos ou invenções, mas principalmente pela maneira como se incorpora e modifica a cultura geral. Sob essa influência os modos técnicos de pensamento predominam e, para a maioria das pessoas, apresentam resposta para todos os problemas da humanidade (OGIBOSKI, 2012).

Entretanto, se por um lado não restam dúvidas de que o contexto tecnológico influencia diretamente a conjuntura social, por outro, atribui-se à sociedade o papel único de adaptar-se aos desdobramentos inevitáveis dessa influência.

Consequentemente, parece não haver espaço ou interesse em discutir os impactos da tecnologia, muitas vezes implícitos, no ambiente social em que ela se circunscreve (GRISPUN, 2009; VERASZTO, 2009). Longe de fomentar uma postura antitecnológica, é preciso destacar a necessidade de reflexões sobre o senso comum tecnológico que, dentre outras coisas, atribui à tecnologia neutralidade e autonomia que ela não possui (WINNER, 1986; FEENBERG, 2001, 2002).

Especificamente no âmbito educacional, a literatura do Ensino de Ciências sugere diferentes alternativas metodológicas para enfrentar a complexidade das questões que se apresentam. Dentre elas, destacam-se as abordagens com Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). Tais abordagens possibilitam uma interpretação mais realista de um quadro social crescentemente vinculado aos avanços científico-tecnológicos ao enfatizar as relações entre o contexto sociocultural dos personagens envolvidos no processo de ensino-aprendizagem e os conceitos abordados em sala (SANTOS; MORTIMER, 2002; SANTOS; SCHNETZLER, 2003; CARLETTO; PINHEIRO, 2010; BOCHECO, 2011; STRIEDER, 2012).

Considerando-se a necessidade de reflexões amparadas em experiências concretas de sala de aula, este trabalho procura fazer uma discussão sobre os diferentes olhares para a tecnologia apresentados por alunos de uma instituição de ensino pública da região metropolitana de Curitiba-PR. O cenário que possibilitou a investigação foi uma inserção didático-pedagógica de uma abordagem com Enfoque CTS na disciplina de Química, junto a alunos de 2ª série do Ensino Médio, utilizando a temática Qualidade do Ar Interior para o estudo dos gases e cinética química (OLIVEIRA et al., 2015).

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 o potencial que as abordagens com Enfoque CTS apresentam para a educação tecnológica. Posteriormente, apresentamos os caminhos metodológicos da pesquisa e por fim, analisamos as concepções de tecnologia apresentadas pelos estudantes no decorrer da intervenção.

O Enfoque CTS e a ênfase na tecnologia

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 reflexo da insatisfação em relação à concepção tradicional da ciência e da tecnologia, aos problemas políticos e econômicos relacionados ao desenvolvimento científico e tecnológico e à degradação ambiental (STRIEDER, 2012). Passou-se a discutir, com diferentes 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 a uma alfabetização em ciência e tecnologia interligada ao contexto social. Para Strieder (2008), apesar da complexidade intrínseca das questões envolvidas, de um modo geral, essas propostas compartilham duas características comuns: (a) 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, (b) o desenvolvimento de uma aprendizagem social, capaz de oportunizar o cidadão a utilizar os conhecimentos escolares para se posicionar criticamente e decidir sobre questões relacionadas ao contexto científico-tecnológico.

Assim, conclui-se que quando se pretende articular uma proposta de ensino a uma abordagem CTS independentemente do referencial teórico adotado, há que se ter em mente a necessidade de enfatizar a dimensão social do conhecimento científico-tecnológico e seu potencial transformador. 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.

Entretanto, Santos e Mortimer (2002) destacam que a despeito do entendimento daquilo que seria uma abordagem com Enfoque CTS, nem todas as propostas que vêm utilizando essa denominação estão centradas nas inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade, como seria razoável supor.

Um dos obstáculos encontrados para implementação dessas abordagens é que, independentemente da ênfase dada à ciência ou à sociedade, algumas propostas têm concentrado suas discussões de forma a privilegiar apenas o desenvolvimento de conceitos científicos e o estabelecimento de debates político-filosóficos ligados à ciência e a sociedade, relegando a uma posição inferior o segundo elemento da tríade, a tecnologia.

Um exemplo desse desequilíbrio é apresentado na classificação proposta por Santos (2001), que distingue as abordagens CTS a partir da importância atribuída a cada um de seus elementos: aquelas que apresentam a ciência como primeira referência (Cts), aquelas que apresentam a tecnologia como primeira referência (cTs) e aquelas que apresentam a sociedade como primeira referência (ctS). As categorias, como explicitadas pela autora, são descritas a seguir:

a) abordagem Cts: essas tendências são direcionadas para a renovação da ciência existente nos currículos. Enfocam os conceitos científicos explicitando sua relevância para a tecnologia e para a sociedade, valorizando aspectos da história e filosofia da ciência, bem como tópicos com utilidade social e valor humanístico. A finalidade principal dessa perspectiva é a melhoria da aprendizagem científica e, apesar de favorecer o desenvolvimento de uma “consciência tecnológica” ao oportunizar reflexões sobre as implicações sociais, pessoais, morais, econômicas e ambientais dos avanços tecnológicos, a tecnologia é normalmente apresentada como ciência aplicada (SANTOS, 2001).

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

c) abordagem ctS: nesse caso, encontram-se as iniciativas relacionadas à alfabetização científica e tecnológica (ACT), na qual os alunos adquirem conhecimentos em ciência e tecnologia mediante a discussão de questões sociais, culturais ou de valores. Para Santos (2001, p. 62), segundo essa perspectiva a ciência e a tecnologia são meios para “comprometer os jovens na solução dos graves problemas que hipotecam o futuro da humanidade e a aprendizagem conceitual fica estritamente dependente de situações sociais e de contextos”. Essas abordagens privilegiam a discussão de problemas socioculturais e objetivam preparar os alunos para exercer a cidadania em uma conjuntura social impregnada de relações científico-tecnológicas. A autora ressalta

que em propostas mais radicais ocorre uma supervalorização das questões envolvidas e os conceitos científicos são relegados a um segundo plano.

Verifica-se na classificação proposta por Santos (2001) que aspectos relacionados à ciência e à sociedade são enfatizados nas três categorias, não ocorrendo o mesmo em relação à tecnologia. Na primeira categoria proposta, a ciência é apresentada com seus vínculos sociais e humanísticos, enquanto a tecnologia é reduzida ao status de ciência e vista unicamente mediante os aspectos práticos relacionados às técnicas de manipulação dos aparatos tecnológicos ou como pano de fundo para discutir a relação entre os conhecimentos científicos e o contexto social dos estudantes. Por fim, na terceira perspectiva, na qual ocorre a sinalização de preocupação com a ACT, a tecnologia é quase ignorada, podendo até mesmo ser encarada apenas como elemento problematizador para as questões sociais a partir de males ocasionados pelo desenvolvimento tecnológico.

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

Desse modo, na busca por uma concepção de ensino voltada para garantir a integração de conhecimentos científicos e tecnológicos e sua relação com a sociedade, acreditamos que é essencial uma maior ênfase às demandas da educação tecnológica. Trata-se, fundamentalmente, de contemplar uma visão mais ampla do tema no decorrer do processo educativo, distante de considerar a tecnologia como simples aplicação do conhecimento científico e, nesse sentido, dependente dele. Ao invés de demarcar fronteiras ou ignorar relações imbricadas, ressaltar que apesar da fecunda relação e hibridização desses campos, ambos possuem seus próprios questionamentos e especificidades.

Por outro lado, Santos e Mortimer (2002) alertam que analisar o fenômeno tecnológico vai muito além do fornecimento de conhecimentos limitados de explicação técnica sobre o funcionamento de determinados artefatos ou da preparação do cidadão para saber lidar com essa ou aquela ferramenta. Muito embora acreditem que esses conhecimentos sejam úteis em determinadas situações, argumentam que uma educação que se limite ao uso de novas tecnologias e à compreensão de seu funcionamento resulta em uma concepção de ensino alienante. Para os autores, um ensino com foco nas

interações CTS precisa enfatizar os valores envolvidos nos processos decisórios relacionados ao contexto tecnológico e repensar suas ações na perspectiva de formar cidadãos que possam compreender como a tecnologia tem influenciado o comportamento humano (SANTOS; MORTIMER, 2002).

Nesse sentido, Bazzo (1998) argumenta que precisamos caminhar em direção a uma mudança cultural, na qual o desenvolvimento científico-tecnológico venha imbricado ao desenvolvimento social. Com esse objetivo, propõe que se adote uma nova postura no ambiente educacional, na qual os alunos recebam não só conhecimentos e habilidades técnicas, mas condições de refletir, num processo coletivo, sobre as consequências sociais e ambientais tanto da ciência quanto da tecnologia. O autor defende que a educação é o meio propício para essa mobilização, para avançar na construção de alternativas para a formação de uma consciência crítica que permita a participação pública e a implementação de ações sociais efetivas (BAZZO, 1998; BAZZO; COLOMBO, 2001).

Com base nestas considerações, podemos concluir que apesar dos diversos olhares envolvidos na busca por alternativas para socializar as tecnologias, não se pode pensar em educação tecnológica sem considerar os aspectos técnicos e, principalmente, os aspectos socioculturais envolvidos nesse processo.

Assim, o presente recorte considera relevante para abordagens com Enfoque CTS a exploração do status atribuído à tecnologia como um empreendimento humano com características singulares e cuja ambivalência oscila entre o estudo do artificial e sua dimensão social. Do mesmo modo, ao reconhecer o potencial que as referidas abordagens apresentam para a educação tecnológica e o espectro de possibilidades para a análise das discussões relacionadas ao contexto sociotecnológico, defendemos a necessidade de um referencial teórico condizente com os pressupostos de um ensino norteado pelas interações CTS e que, concomitantemente, oportunize reflexões sobre características intrínsecas à atividade tecnológica.

Partindo dessas considerações, optamos em apoiar nossa investigação sobre as concepções de tecnologia apresentadas pelos estudantes no decorrer de nossa intervenção didático-pedagógica no aporte filosófico da Teoria Crítica de Andrew Feenberg.

Esta escolha repousa no fato de que Feenberg dialoga e polemiza tanto com os autores contemporâneos da construção social da tecnologia que adotam o prisma da sociologia para investigar processos de construção de artefatos quanto com aqueles que,

a partir da filosofia, retomam reflexões sobre a ciência e a tecnologia numa perspectiva crítica (DAGNINO, 2010).

A própria construção teórica do autor manifesta a diversidade de influências que permeiam sua obra. A hermenêutica de Heidegger, os estudos sociais da ciência e da tecnologia de perspectiva construtivista, e alguns pensadores da Escola de Frankfurt, como Marcuse e Habermas (FEENBERG, 2005) são presenças constantes em seus trabalhos. Delineia-se assim, uma obra densa, atual e sincrética, que encara a tecnologia como uma construção social, sujeita a valores e interesses diversos.

Tendo esses aspectos em mente, a seguir nos debruçamos sobre as principais características das concepções de tecnologia segundo a perspectiva do autor.

Uma teoria crítica da tecnologia, segundo Andrew Feenberg

Para Feenberg (2001; 2002), a tecnologia é entendida como um artefato cultural e, devido a isso, não está livre de influências históricas, políticas ou culturais. O autor entende que as diferentes concepções de tecnologia podem ser classificadas a partir de dois eixos principais de análise, a relação homem-tecnologia e a relação valor-tecnologia. Enquanto neste se discute a neutralidade (ou não neutralidade) intrínseca aos artefatos/processos, naquele se analisa a relação de dependência (ou independência) entre o homem e os artefatos/processos tecnológicos.

Como resultado da interação entre esses eixos, Feenberg compõe quatro perspectivas distintas: o instrumentalismo, o substantivismo, o determinismo e a teoria crítica. O Quadro 1 sumariza as concepções propostas pelo autor.

Quadro 1 - Concepções de tecnologia.

<i>A tecnologia é</i>	Autônoma	Controlada pelo homem
Neutra (separação completa entre meios e fins)	<i>Determinismo</i> (progressista e evolucionista)	<i>Instrumentalismo</i> (fé liberal no progresso)
Carregada de valores (meios implicam necessariamente em fins)	<i>Substantivismo</i> (meios e fins determinados pelo sistema)	<i>Teoria Crítica</i> (liberdade de escolha de sistemas, meios e fins)

Fonte: Feenberg (2003) (adaptado).

Na perspectiva determinista a tecnologia é vista como uma ferramenta capaz de ser usada para qualquer fim, porém não pode ser controlada pelo homem. A tecnologia é

considerada como uma força que determina os rumos da humanidade mediante suas exigências de eficiência e progresso. Dessa forma, não é possível adaptá-la aos interesses humanos e cabe a nós adaptarmos-nos aos seus desígnios. Por meio de seus aparatos compreendemos e interagimos melhor com o mundo e com nós mesmos. Novas tecnologias suprem necessidades básicas, ampliam nossas faculdades e, conseqüentemente, nos transformam em pessoas melhores. Segundo a visão progressista e evolucionista apresentada pelos deterministas, a modernidade implica em aceitação da tecnologia como expressão mais significativa de nossa própria humanidade (FEENBERG, 2003).

Na visão instrumentalista a tecnologia mantém seu caráter neutro, porém subjugada aos desejos humanos. Ela ainda é considerada como um instrumento sempre benéfico e útil para o progresso da sociedade. É passível de controle e, como qualquer objeto, só terá implicações indesejáveis se o usuário utilizar de maneira incorreta ou deliberadamente com más intenções. Esta é a visão tradicional de tecnologia, amplamente aceita, sem muita reflexão pela maioria das pessoas.

Já a vertente substantivista preconiza que a tecnologia possui valores intrínsecos e não pode ser utilizada para propósitos diferentes desses. Segundo o autor, essa perspectiva está presente nos trabalhos de Jaques Ellul e Martin Heidegger, os quais destacam o fato da tecnologia se constituir em um novo sistema cultural que reestrutura e controla o mundo social (FEENBERG, 2002). O uso de determinada tecnologia não se constitui necessariamente no modo mais eficiente de realizar determinada ação, mas em uma escolha de valor. Para esta teoria, a tecnologia é o único meio de progresso social e é ela que determina os caminhos da humanidade mediante o poder que exerce sobre o homem. No substantivismo a tecnologia é considerada como um mecanismo com uma grande tendência à dominação, visto que o homem é posto de fora do processo de determinação dos valores sociais e do próprio desenvolvimento tecnológico (FEENBERG, 2003). A racionalidade tecnológica, responsável por esta determinação, é autônoma e independente da vontade de seus usuários ou do cenário no qual se insere.

Por fim, a teoria crítica incorpora pressupostos instrumentalistas e substantivistas, ao defender que a tecnologia pode ser controlada e que é carregada de valores. O universo social e o universo tecnológico se encontram intimamente relacionados, não deixando, contudo, de admitir a existência de uma fronteira entre ambos. Ao mesmo tempo em que aposta no potencial libertador da tecnologia, essa concepção também reconhece as conseqüências catastróficas do desenvolvimento

tecnológico e atribui essas consequências à falta de capacidade humana em criar mecanismos adequados para seu controle (FEENBERG, 2003). Nessa perspectiva, a tecnologia não é vista como um instrumento, como um objeto neutro, mas como uma estrutura para um estilo de vida.

A proposta didática

Para construção e desenvolvimento de uma proposta de inserção em sala de aula de uma abordagem com Enfoque CTS, é necessário considerar as dificuldades intrínsecas às questões 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.

Entretanto, apesar da diversidade de posicionamentos, há um razoável consenso na literatura do Ensino de Ciências de que tais abordagens sejam estruturadas em uma nova organização curricular baseada em temas (SANTOS; SCHNETZLER, 2003; BOCHECO, 2011; STRIEDER, 2012). Tendo isso em mente, construímos uma proposta de abordagem organizada em torno da temática da Qualidade do Ar Interior (OLIVEIRA et al., 2015).

A opção pelo tema se deu em função de seu potencial como elemento articulador dos conteúdos disciplinares de Química com as discussões CTS e, principalmente, por sua importância social, visto que a garantia do ar interior saudável é reconhecida como um direito básico do ser humano pela Organização Mundial da Saúde e um fator determinante para a saúde e bem-estar de todos (WHO, 2009).

A partir da escolha da temática, em um primeiro momento, elencamos 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 devido a sua afinidade com a temática, uma vez que a maioria das substâncias responsáveis pela poluição do ar interior apresenta-se no estado gasoso e suas transformações envolvem mecanismos que são objeto de estudo da cinética química.

Em seguida, mediante a análise da temática e dos conteúdos selecionados, buscamos encontrar 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), mediante uma releitura das proposições de Shen (1975), e que

objetivam a correlação dos pressupostos teóricos da sigla com quatro categorias de alfabetização científica e três categorias de alfabetização tecnológica.

Os quatro parâmetros de alfabetização científica considerados na elaboração da proposta foram: *alfabetização científica prática*, *alfabetização científica cívica*, *alfabetização científica cultural* e *alfabetização científica profissional*. 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 que visa estimular o interesse dos estudantes pela área científica ou tecnológica por meio da análise de conceitos científicos mais complexos e de pouca aplicabilidade cotidiana (BOCHECO, 2011).

Os três parâmetros de alfabetização tecnológica utilizados foram: *alfabetização tecnológica prática*, *alfabetização tecnológica cívica* e *alfabetização tecnológica cultural*. A alfabetização tecnológica prática visa possibilitar aos alunos a compreensão 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).

É importante salientar que apesar dos parâmetros utilizados possuírem sentidos próprios, o desenvolvimento de cada um deles tem implicações diretas nos demais e em conjunto, proporcionam 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.

O Quadro 2 sintetiza a maneira como os tópicos abordados em sala foram relacionados com os parâmetros de (ACT) durante a inserção didático-pedagógica.

Quadro 2 - Parâmetros de ACT e a temática da Qualidade do Ar Interior

Parâmetros	Tópicos para a abordagem do 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
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 interfere em nossa percepção e interação com a realidade Discussão das relações de neutralidade-intencionalidade e autonomia-controle da atividade tecnológica

Fonte: Oliveira et al. (2015).

Para organizar o trabalho em sala de aula utilizamos uma sequência de três etapas, denominada de Três Momentos Pedagógicos (3MP), segundo as orientações de Delizoicov et al. (2002).

Os 3MP propõem o estabelecimento de uma dinâmica dialógica entre o professor e os alunos e caracterizam-se por três etapas: *problematização inicial*, *organização do conhecimento* e *aplicação do conhecimento*. Na primeira etapa, os alunos são incentivados a pensar e a problematizar sobre situações apresentadas, visando levantar a

discussão e seus conhecimentos prévios. Em seguida, é realizada a organização do conhecimento. Neste momento, o professor desenvolve os conhecimentos necessários para a compreensão do tema central e das questões apresentadas na problematização inicial. A aplicação do conhecimento é realizada tanto para aprofundar as questões iniciais levantadas pelos alunos, quanto para discutir outras situações relacionadas ao tema que não foram abordadas previamente.

Desse modo, a construção e desenvolvimento da proposta foi amparada em três pilares distintos e inter-relacionados: (a) uma temática norteadora socialmente relevante que possibilitou a discussão das interações CTS, (b) uma série de parâmetros de ACT articulados ao tema e aos conteúdos específicos da disciplina, e por fim, (c) a utilização dos 3MP como organizadores do trabalho em sala de aula. A intervenção didático-pedagógica foi desenvolvida em um total de 14 aulas.

Opção metodológica e analítica

A amostra envolveu alunos de uma turma da segunda série do Ensino Médio, totalizando 20 estudantes de 16 a 22 anos. Como a organização curricular da instituição de ensino era trimestral, 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.

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 os questionários respondidos ao término da inserção. Enquanto parte integrante do processo, o professor-pesquisador também produziu seu próprio diário das aulas. Embora este diário não tenha sido utilizado no presente recorte, visto que enfatizamos aqui as concepções de tecnologia dos estudantes, o instrumento foi essencial para formar um panorama geral do conjunto de aulas e fundamental para a análise da proposta como um todo (OLIVEIRA, 2015).

Em relação à produção dos diários de bordo dos estudantes, cada aluno ficou responsável por sistematizar cada uma das 14 aulas ministradas. Sempre na aula subsequente, o estudante entregava o diário de bordo relativo à aula anterior. Neste diário, o qual se tratava de um texto narrativo, o estudante apresentava suas impressões sobre a aula observada, registrando o máximo de informações possíveis sobre a mesma

(metodologia empregada, interferências externas e internas, horários, conteúdos ministrados, impressões suas e de suas colegas, etc.). Ao final do desenvolvimento da proposta didática obtivemos 254 diários de bordo, o que nos dá uma média de aproximadamente 18 diários por aula. De modo a organizá-los, atribuímos a cada diário de bordo um código (D001 a D254).

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. 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 didática e sobre sua própria participação nas discussões realizadas em sala.

Para a análise dos dados constituídos pelos instrumentos descritos, optamos por utilizar a Análise Textual Discursiva (ATD), de Moraes e Galiazzi (2007). Sua escolha 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 3 a seguir sintetiza o *corpus* da pesquisa.

Quadro 3 - *Corpus* da pesquisa

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

Fonte: os autores.

Depois de estabelecido o *corpus*, os dados analisados foram classificados por meio dos aspectos comuns contidos em suas produções textuais. Estabeleceu-se, então, a partir desses dados, retirados dos depoimentos que retrataram as percepções dos sujeitos da pesquisa, a elaboração de uma série de categorias de análise.

No processo de estabelecer relações e reunir elementos semelhantes, identificamos nas produções textuais dos estudantes, relatos associados às suas percepções sobre a natureza da ciência, a natureza da tecnologia, suas relações e inter-relações com o contexto social. Estas informações surgiram das múltiplas vezes presentes nos textos produzidos e originaram nossas categorias de análise.

Como nosso objetivo no presente estudo não é analisar todo o conjunto das categorias estabelecidas, a seguir, concentraremos a discussão em torno dos relatos associados às concepções de tecnologia.

Resultados e discussões

Durante o processo de análise das produções textuais dos estudantes analisamos se o desenvolvimento da inserção didático-pedagógica auxiliou os estudantes a estabelecerem uma concepção do que vem a ser a tecnologia, de modo a inferir se a proposta contribuiu para que os mesmos percebessem a atividade tecnológica como decorrente de uma rede de relações humanas, com suas próprias motivações, influências, valores, contradições e interesses.

Nesse sentido, buscamos indícios de que por meio das atividades e dos debates realizados em sala os alunos conseguiram se posicionar criticamente sobre a natureza da tecnologia e sua estreita relação com a conjuntura social em que se insere.

Com este intuito, inicialmente direcionamos a análise no sentido de identificar nas falas dos alunos se houve diferenciação entre a atividade tecnológica, a atividade científica e o (mero) uso ou manufatura de aparatos tecnológicos.

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).

O homem criou a tecnologia e precisa saber guiar sua criação. Eu, particularmente, defino a tecnologia como algo usado e elaborado para facilitar a nossa vida e, muitas vezes, se torna para alguns um pequeno modo de busca pela verdade (QF03).

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).

Os relatos indicam que os estudantes perceberam que não são apenas os objetos em si que definem a tecnologia. Apesar de reconhecerem a importância dos aparatos, os alunos também destacam sua presença em outros diversos aspectos de suas vidas. Além disso, suas falas sinalizam o entendimento de que esses artefatos são apenas produtos do desenvolvimento tecnológico e resultados decorrentes de uma série de ações humanas.

Esta reflexão é vital para compreender o fenômeno tecnológico. Entender que os objetos não se materializam e adquirem valor espontaneamente (LINSINGEN, 2007) é o primeiro passo para caminhar em busca de uma visão mais crítica da tecnologia.

Outro aspecto associado à mesma problemática relaciona-se à compreensão de que a tecnologia envolve um grupo próprio de estudos bastante heterogêneo e distinto daqueles associados com a atividade científica. Muito embora não apareça de modo explícito nos relatos destacados, a percepção de que ciência e tecnologia possuem suas especificidades e questionamentos distintos permeia os discursos dos estudantes.

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 clássico, reconhecendo que a tecnologia também é capaz de gerar ciência: a tecnologia das lentes surgiu antes da ciência ótica e Galileu não imaginava como e porque funcionava o telescópio que lhe permitiu revolucionar a astronomia; a máquina a vapor impulsionou a revolução industrial e foi inventada antes dos princípios da termodinâmica terem sido estabelecidos (CASTELFRANCHI, 2008; OGIBOSKI, 2012). Por outro lado, há inúmeras teorias científicas que surgiram independentemente de qualquer descoberta tecnológica.

Desse modo, torna-se fundamental destacar que apesar da ideia de que a junção 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.

Como destacam Auler e Delizoicov (2001), essa concepção tradicional também pode resultar em uma perspectiva salvacionista, segundo a qual a ciência sempre impulsiona os avanços tecnológicos e que, em algum momento, esse movimento contínuo resolverá todos os problemas da humanidade, conduzindo naturalmente ao bem-estar social.

Para os autores, esse tipo de raciocínio ignora o papel das estruturas sociais nesse processo e o fato de que tanto a ciência quanto a tecnologia “não são alavancas para a mudança que afetam sempre, no melhor sentido, aquilo que transformam” (AULER; DELIZOICOV, 2001, p. 4).

Também é perceptível nas falas dos estudantes sua preocupação em mensurar o quão abrangente a tecnologia se tornou e o quanto interfere em suas 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 os alunos concordam que a tecnologia torna nossas vidas melhores e mais fáceis, também demonstram inquietação com os rumos da atividade tecnológica e principalmente, com seu poder de decisão nesse processo.

Tendo estes aspectos em mente, em um segundo momento da análise, classificamos as reflexões dos estudantes sobre a atividade tecnológica mediante os eixos que enfatizam a relação homem-tecnologia e a relação valor-tecnologia, propostos por Feenberg (2003) e descritos anteriormente.

Buscamos por meio dessa classificação explicitar as distintas formas pelas quais a atividade tecnológica pode ser entendida e, no decorrer desse processo, compreender as concepções de tecnologia apresentadas pelos alunos.

No quadro abaixo destacamos o número de relatos identificados em cada uma das perspectivas analisadas.

Quadro 4 - Concepções de tecnologia apresentadas pelos estudantes

Concepções de tecnologia	Total de relatos
Determinista	05
Instrumentalista	05
Substantivista	03
Teoria Crítica	06

Fonte: os autores.

O Quadro 4 aponta um equilíbrio entre as concepções de tecnologia apresentadas pelos estudantes. Apesar do maior número de relatos estarem associado à teoria crítica, também são significativos o número de relatos deterministas e instrumentalistas. Por outro lado, o pequeno número de relatos identificados com substantivistas indica que os estudantes apresentam, em sua maioria, visões otimistas em relação à atividade tecnológica.

Salientamos que a despeito do processo de análise, o debate em sala foi conduzido de modo a não atribuir julgamentos sobre posicionamentos corretos ou errados. Ainda que nenhuma dessas escolhas seja óbvia, cada uma delas implica em uma concepção de tecnologia. Independentemente de concordarmos ou não com os posicionamentos dos estudantes, nosso propósito foi de fazê-los refletir sobre a natureza da atividade tecnológica e suas implicações em nosso modo de vida.

No Quadro 5 reproduzimos alguns relatos representativos das concepções de tecnologia apresentadas pelos estudantes em suas produções textuais. Logo a seguir, discutimos os relatos destacados.

Quadro 5 - A tecnologia, os valores e as capacidades humanas.

Tecnologia	Relatos
Neutra e autônoma (DETERMINISMO)	<p>É um assunto que dá muito ‘pano para a manga’ porque existem vários tipos de tecnologia para várias situações e usos, mas a tecnologia não tem um certo ou um errado, varia da forma de cada um pensar e utilizar a tecnologia. Praticamente tudo ao nosso redor é tecnologia, desde a luz de dentro de casa até as armas que os militares usam tem tecnologia, para o bem como também para o mal. A tecnologia segue seus próprios caminhos, nós nos adaptamos a ela e somos influenciados por ela (D149)</p> <p>Tudo tem uma ponta de tecnologia! Acho que não vivemos mais sem tecnologia. Por causa dela hoje se pode ver um bebê na barriga da mãe e saber se tem alguma doença. Podemos salvar vidas através de cirurgias e várias outras coisas que não seriam possíveis se não tivéssemos a tecnologia, como a luz. Não conseguiríamos viver sem ela (QF05)</p>
Neutra e humanamente controlada (INSTRUMENTALISMO)	<p>A tecnologia pode ser neutra, como no caso das armas. Elas não disparam sozinhas, nós que escolhemos usá-las ou não, como se diz ‘armas não matam pessoas, pessoas matam pessoas’ (D155)</p> <p>Mesmo não sendo possível decidir o rumo da tecnologia nós podemos ajudar, pois de acordo com nossos comentários, o ‘produto’ pode ser evoluído na sua próxima geração (QF06)</p>
Carregada de valores e autônoma (SUBSTANTIVISMO)	<p>Existem muitas coisas que é tecnologia e não duvido que anos mais tarde tudo vai ser e existir em função da tecnologia (...). Na minha opinião a tecnologia vai chegar ao ponto de ninguém mais conseguir parar ela de crescer e se modificar (D150)</p> <p>Temos tecnologia presente no nosso dia a dia e não temos controle sobre ela. É como se dependêssemos dela cada vez mais. Fomos questionados sobre se realmente necessitamos dela. E sim, precisamos na maioria de nossas atividades. É como se estivesse nos manipulando a todo momento e a verdade é que não há quem não foi corrompido (D152)</p>
Carregada de valores e humanamente controlada (TEORIA CRÍTICA)	<p>Podemos decidir os caminhos da tecnologia, pois se não gostarmos não compramos e isso faz com que nós tenhamos a tecnologia a nosso gosto. Também acho que não deveria existir tecnologias como as usadas com as armas, bombas nucleares e outros tipos que são usadas na guerra, porque essas só têm o objetivo de matar ou ferir (D156)</p> <p>Nós decidimos sobre os caminhos da tecnologia, pois a tecnologia está sempre em mudança. Está sempre se desenvolvendo e tornando-se melhor (QF08)</p>

Fonte: os autores.

No primeiro relato (D149), o estudante alega que “praticamente tudo ao nosso redor é tecnologia” e que “segue seus próprios caminhos, nós nos adaptamos a ela e

somos influenciados por ela” apresentando uma visão determinista de tecnologia. O mesmo ocorre no trecho destacado do questionário QF05 e denota uma concepção neutra e autônoma da atividade tecnológica, resultante de uma compreensão funcional que acredita no avanço tecnológico como força motriz da humanidade.

Os deterministas defendem que a tecnologia não é humanamente controlada e que, ao contrário, molda a sociedade e define o progresso da humanidade. Segundo esse ponto de vista, o não cumprimento social das restrições que são impostas pela tecnologia implica em diminuição de sua eficiência. É esta eficiência que direciona toda atividade tecnológica e é nela que repousa a confiança na melhoria da vida de todas as pessoas.

Nesse sentido, a fala do estudante reflete uma postura que pode ser caracterizada como uma espécie de "sonambulismo tecnológico" (WINNER, 1986), segundo o qual os indivíduos apresentam um comportamento conformado perante a atividade tecnológica e seus produtos derivados. Esse ponto de vista ignora o fato de que o avanço tecnológico não se desenvolve em um meio socialmente neutro e que alguns grupos favorecem a produção de determinadas tecnologias em detrimento a outras.

Segundo Winner (1986), a atividade tecnológica encontra-se inevitavelmente sujeita às ações de diversos grupos sociais com as mais variadas concepções de eficiência, progresso e bem-estar. Naturalmente, nem todos esses agentes influenciam seus rumos com determinada intensidade e intencionalidades. Dessa forma, a atividade tecnológica não pode ser encarada de modo inflexível e descontextualizado. A tecnologia apresenta íntima relação com os interesses sociais e seu desenvolvimento se encontra dependente (em maior ou menor extensão) desses interesses.

Já no segundo grupo de relatos destacados, um dos estudantes exemplifica que “armas não matam pessoas, pessoas matam pessoas” (D155), denotando uma concepção instrumentalista. Essa posição entende a tecnologia como um meio neutro subjugado aos desejos/interesses do homem e deriva de uma concepção de pura instrumentalidade.

Para os instrumentalistas a tecnologia não possui propósitos inerentes e seus artefatos derivados não possuem intencionalidade intrínseca. Assim como a posição determinista, o cumprimento dessas metas é atingido pela máxima eficiência dos dispositivos tecnológicos. Diferentemente dos deterministas, os instrumentalistas acreditam que as pessoas sempre possuem controle dos desígnios da atividade tecnológica. Segundo Feenberg (2002), esta ideia é justificada por dois argumentos: 1) a tecnologia em si é neutra por não possuir qualquer tipo de relação com os valores

(morais ou políticos) que caracterizam qualquer contexto sociocultural e; 2) a tecnologia é universal por não possuir nenhuma intencionalidade (além da máxima eficiência) que comprometa o seu carácter racional objetivo.

O primeiro argumento é refutado pelos mesmos motivos apresentados anteriormente na crítica realizada por Winner (1986) ao determinismo tecnológico. Já em relação ao segundo argumento, o mesmo autor esclarece que o desenvolvimento de determinada tecnologia ou aparato nem sempre é pautado pela objetividade ou pela racionalidade.

Independentemente da vontade daqueles que utilizam as soluções tecnológicas, alguns artefatos são produzidos com fins específicos (nem sempre explícitos para os usuários) e carregam consigo interesses sociais, culturais, políticos ou religiosos embutidos em seu projeto: pontes construídas para impedir a passagem de alguns de veículos de uso coletivo, dificultando o acesso de determinados grupos sociais ou máquinas financeiramente dispendiosas produzidas especificamente para diminuir a presença humana nas fábricas, etc (WINNER, 1986). Assim, nem sempre os avanços tecnológicos são guiados pelos princípios da eficiência e da universalidade (não apresentam a mesma funcionalidade para todos) e eventualmente são desenhados com propósitos diferentes daqueles assumidos pelos seus usuários.

No terceiro conjunto de relatos, um dos estudantes argumenta que “tudo vai ser e existir em função da tecnologia” e que a tecnologia “vai chegar ao ponto de ninguém mais conseguir parar ela de crescer e se modificar” (D150), enquanto o outro destaca que sente-se manipulado a todo instante e que “não há quem não foi corrompido” (D152). Tratam-se de visões classificadas como substantivistas, que entendem a tecnologia como autônoma e, ao mesmo tempo, carregada de valores.

Segundo Feenberg (2003), o termo foi escolhido para descrever uma posição que atribui valores substantivos à tecnologia, em contraste com as visões do instrumentalismo e do determinismo, que compreendem a tecnologia como intrinsecamente neutra. Partindo da interpretação desses valores, o substantivismo entende que a tecnologia se constitui como uma ameaça aos princípios humanísticos da sociedade moderna.

O substantivismo entende a tecnologia como uma tendência para o controle e, apesar de encontrar-se intimamente relacionada com os valores sociais, determina-os de acordo com a racionalidade intrínseca dos seus próprios valores. O homem é deixado de fora do processo de escolha e do próprio desenvolvimento tecnológico, pois a

racionalidade tecnológica, responsável pela determinação dos valores sociais é autônoma (FEENBERG, 2002).

Além disso, o substantivismo defende que a tecnologia define o próprio homem por meio de sua ação sobre a percepção dos indivíduos sobre o mundo que o cerca. Segundo Winner (1986), ao determinar os valores sociais do contexto no qual se insere, a tecnologia determina também as concepções de mundo que são construídas individualmente por cada pessoa. Assim, a exclusividade da tecnologia no substantivismo é extrema e pessimista: ou rejeita-se a tecnologia dos nossos dias no seu todo ou admite-se ser transformado por ela.

Nesse contexto decidir utilizar a tecnologia não se configura como a escolha de um modo de vida mais eficiente, mas como a opção por um modo de vida diferente. Para Winner (1986), essa visão admite que a tecnologia carrega consigo certos valores que têm o mesmo caráter exclusivo das crenças religiosas. Entretanto, o autor argumenta que a tecnologia é ainda mais persuasiva que a religião, visto que não requer nenhuma crença para que se reconheça sua existência e que se obedeçam seus desígnios. Uma vez que uma sociedade opte pelo caminho do desenvolvimento tecnológico, ela será inevitavelmente transformada em uma sociedade tecnológica, um tipo específico de sociedade dedicada a valores tais como eficiência e poder (WINNER, 1986; FEENBERG, 2002).

Um exemplo extremo dessa visão pessimista de tecnologia é apresentado no romance *Admirável Mundo Novo*, de Aldous Huxley (1932). Nesse hipotético futuro não existe o conceito de família ou religião. A tecnologia domina a humanidade e os seres humanos são produzidos em linhas de montagem, destinados a propósitos sociais específicos e condicionados a viver em harmonia, segundo as leis e regras de uma sociedade organizada por castas. Em um ambiente mecanicamente organizado, no qual não há espaço para a individualidade e as pessoas são pouco mais que engrenagens de uma grande máquina.

O livro apresenta o confronto entre a tradição e o mundo moderno, reiterando a impossibilidade de convivência entre os valores tradicionais e os preceitos do mundo tecnológico. Trata-se, essencialmente, de uma visão substantivista levada ao seu extremo, mas configura-se em um exemplo bastante representativo do prenúncio de hostilidade para o homem representado pela tecnologia, segundo esta concepção.

Por fim, no quarto grupo de relatos apresentados no Quadro 5, os estudantes argumentam que podemos decidir os caminhos da tecnologia e um deles destaca que

não deveriam existir determinadas soluções tecnológicas como as armas, “porque essas só têm o objetivo de matar ou ferir” (D156). Apesar do único mecanismo de controle exemplificado para a atividade tecnológica ser o econômico (comprar ou não comprar determinados equipamentos ou soluções), em ambos os relatos há a ênfase na intencionalidade intrínseca dos aparatos e na possibilidade da ação humana para decidir os rumos da tecnologia. Esses relatos apresentam uma visão crítica da tecnologia que se ampara na crença de que a ação humana pode transformar a sociedade tecnológica em um lugar melhor para se viver.

Ao contrário das concepções tradicionais apresentadas, a teoria crítica da tecnologia define-a a partir da relação que ela possui com a sociedade moderna. As ideias de que a tecnologia seja neutra, autônoma, ou de que apresenta somente consequências catastróficas para a humanidade são postas à parte. Para Feenberg (2002), esta concepção entende que a atividade tecnológica desenvolve-se historicamente e é compreendida a partir do modo como estrutura o mundo social por meio dos serviços que presta aos indivíduos. Por isso a tecnologia é definida como pertencente na ordem sociopolítica do mundo moderno, e, desta forma, tal como a lei, a economia, a cultura e as próprias instituições, encontra-se sujeita a transformações suscetíveis à ação humana.

De acordo com os adeptos da teoria crítica, os valores incorporados na tecnologia podem ser socialmente definidos e não são representados adequadamente por conceitos abstratos tais como a eficiência ou o controle. Desse modo, o problema não reside na tecnologia como tal, mas na busca em criar instituições apropriadas ao exercício do controle humano sobre ela. Para Feenberg (2002), o desafio que se impõe a cada um de nós e a todos nesse processo de democratização da atividade tecnológica é o de propiciar meios para o aumento da participação social nas decisões sobre sua produção e desenvolvimento.

Considerações finais

Diante da análise desenvolvida neste trabalho pudemos refletir sobre as opiniões e/ou concepções de tecnologia apresentadas pelos estudantes durante uma inserção didático-pedagógica com Enfoque CTS em uma instituição pública de ensino. Perante a complexidade histórica e filosófica que permeia cada uma das perspectivas discutidas, nos limitamos a explorar sucintamente as bases teóricas que as amparam.

Ao atribuir sentidos e procurar compreender as ideias fundamentais apresentadas nos relatos dos estudantes, identificamos algumas concepções um tanto ingênuas e outras com certa criticidade. Não poderia ser diferente, visto que uma reflexão crítica sobre a atividade tecnológica não acontece espontaneamente, demanda tempo para a discussão de uma série de pontos de vista divergentes e implica em uma análise da complexa conjuntura social característica do tempo em que vivemos.

Entretanto, considerando-se que nos últimos anos tem-se falado muito em educação científica e tecnológica e nas abordagens com Enfoque CTS acreditamos que é fundamental a implementação de práticas em sala de aula que oportunizem condições para que os estudantes possam analisar os diferentes aspectos que caracterizam o fenômeno tecnológico. Caso contrário, arrisca-se a reduzir a análise da tecnologia a uma dimensão meramente instrumental, tornando-a pouco mais que uma ferramenta ou que um elemento motivador para as aulas tradicionais.

Nesse sentido, pudemos perceber que há um grande interesse por parte dos alunos nessas questões, evidenciado por sua participação e pela riqueza de seus relatos. Convém destacar que seu envolvimento nas discussões em sala também ressalta os bons resultados que podem ser obtidos a partir de dinâmicas como os 3MP, que favorecem o diálogo e o exercício da comunicação para a sistematização de conceitos ou ideias.

Durante o desenvolvimento da proposta estas escolhas oportunizaram aos estudantes participar diretamente da condução das aulas e mesmo depois destas, ao redigir seus diários, de apresentar suas impressões sobre as atividades e discussões realizadas. Desse modo, defendemos que a valorização da fala do aluno favorece seu aprendizado e também os auxilia a adquirir segurança para expressar-se fora de sala de aula, em outros ambientes sociais.

Por outro lado, essa demanda também aponta para a necessidade de reflexões amparadas em bases teóricas sólidas e em um planejamento didático-pedagógico que oportunize a participação efetiva dos estudantes. Para os professores isso implica em uma formação capaz de discutir criticamente as diferentes perspectivas sobre a atividade tecnológica e de realizar essa discussão de maneira articulada aos conceitos abordados em sala.

Nesse contexto, a formação inicial se configura em um obstáculo difícil de ser superado e que não pode ser ignorado. Não podemos deixar de salientar que a implementação de propostas educacionais que contemplem metodologias diferentes das tradicionais aulas expositivas – independentemente da natureza, objetivos ou

modalidade de ensino –, demandam, antes de tudo, meios para realizá-las. Os professores precisam de tempo para planejar suas aulas, de condições para desenvolvê-las e principalmente, de programas de formação que possibilitem novas perspectivas em relação ao papel desempenhado pelos saberes escolares (e por si mesmos) nos processos de ensino e de aprendizagem.

Por fim, ressaltando a importância da temática que levantamos à discussão nesse recorte, destacamos que a busca por um ensino condizente com as transformações que ocorrem na sociedade atual implica em práticas educativas que contemplem os conhecimentos, as múltiplas influências, as reflexões e os valores associados a uma educação em (e com) tecnologia.

Referências

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 3, n. 1, p. 105-115, 2001. Disponível em: <http://poseducacaoifbaiano.com.br/wp-content/uploads/2015/07/ALFABETIZA%C3%87%C3%83O-CIENT%C3%8DFICO-TECNOL%C3%93GICA-PARA-QU%C3%8A.pdf>. Acesso em 15 out. 2015.

BAZZO, W. A. *Ciência, tecnologia e sociedade e o contexto da educação tecnológica*. Florianópolis: UFSC, 1998.

BAZZO, W. A; COLOMBO, C. R. Educação tecnológica contextualizada, ferramenta essencial para o desenvolvimento social brasileiro. *Revista de Ensino de Engenharia – ABENGE*. v. 20, n. 1, p. 9-16, 2001. Disponível em: http://unicep.edu.br/enade/atualidades/EDUCACAO_TECNOLOGICA.pdf. Acesso em 15 out. 2015.

BOCHECO, O. *Parâmetros para a abordagem de evento no enfoque CTS*. Dissertação de mestrado em Educação Científica e Tecnológica - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/95281/294999.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 15 out. 2015.

CARLETTO, M. R.; PINHEIRO, N. A. M. Subsídios para uma prática pedagógica transformadora: contribuições do enfoque CTS. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 15, n. 3, p. 507-525, 2010. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID247/v15_n3_a2010.pdf. Acesso em: 15 out. 2015.

CASTELFRANCHI, J. *As serpentes e o bastão: tecnociência, neoliberalismo e inexorabilidade*. Tese de doutorado em Sociologia - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008. Disponível em: <https://cteme.files.wordpress.com/2009/06/castelfranchijuri.pdf> Acesso em 15 out. 2015.

DAGNINO, R. O Pensamento Latino-Americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS) e a obra de Andrew Feenberg. In: NEDER, R. (org.), *A teoria crítica de Andrew Feenberg: racionalização democrática, poder e tecnologia*. Brasília: Observatório do Movimento pela Tecnologia Social na América Latina, 2010. p. 25-45.

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

FEENBERG, A. *Questioning technology*. 3. ed. London; New York: Routledge, 2001.

FEENBERG, A. *Transforming technology. A critical theory revisited*. Oxford: Oxford University Press, 2002.

FEENBERG, A. *What is philosophy of technology?* Lecture for the Komaba undergraduates, 2003. Disponível em: <http://www.sfu.ca/~andrewf/komaba.htm>. Acesso em: 10 out. 2015.

FEENBERG, A. *Heidegger and Marcuse: The Catastrophe and Redemption of History*. New York: Routledge, 2005.

GRISPUN, M. P. S. Z. Educação Tecnológica. Em Grinspun, M.P.S.Z. (org.), *Educação Tecnológica - Desafios e Perspectivas* (p. 25-73). São Paulo: Cortez, 2001.

LINSINGEN, I. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. *Ciência & Ensino*, v. 1, p. 01-16, 2007. Disponível em: <http://prc.ifsp.edu.br/ojs/index.php/cienciaensino/article/view/150/108>. Acesso em: 16 out. 2015.

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.

OGIBOSKI, V. *Reflexões sobre a tecnociência: uma análise crítica da sociedade tecnologicamente potencializada*. Dissertação de mestrado em Ciência, Tecnologia e Sociedade - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012. Disponível em: http://www.bdt.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=5448. Acesso em 15 out. 2015.

OLIVEIRA, S. *Limites e potencialidades do Enfoque CTS no ensino de Química utilizando a temática Qualidade do Ar Interior*. Dissertação de mestrado em Educação em Ciências e em Matemática - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Disponível em: http://www.ppgecm.ufpr.br/Dissertações/057_SilvaneydeOliveira.pdf. Acesso em 25 fev. 2016.

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.*, v. 8, n. 4, p. 75-105, 2015. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/1823/2520>. Acesso em: 25 fev. 2016.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v13n1/v13n1a05.pdf>. Acesso em: 15 out. 2015.

SANTOS, M. E. *A cidadania na “voz” dos manuais escolares. O que temos? O que queremos?* Lisboa: Livros Horizonte, 2001.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2002. Disponível em: <http://ufpa.br/ensinofts/artigos2/wildsoneduardo.pdf>. Acesso em 15 out. 2015.

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

SHEN, B. S. P. Science literacy. *American Scientist*, v. 63, p. 265-268, 1975.

STRIEDER, R. Abordagem CTS e Ensino Médio: Espaços de articulação. Dissertação de mestrado em Ensino de Ciências – Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-01072013-135158/pt-br.php>. Acesso em 15 out. 2015.

STRIEDER, R. Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas. 2012. Tese de doutorado em Ensino de Ciências – Faculdade de Educação, 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 15 out. 2015.

VERASZTO, E. V. *Tecnologia e sociedade: relações de causalidade entre concepções e atitudes de graduandos do estado de São Paulo*. Tese de doutorado em Educação - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

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

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Who Guidelines for Indoor Air Quality: Dampness and Mould. Germany: Druckpartner Moser. Disponível em: http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0017/43325/E92645.pdf. Acesso em 31 mai. 2015.

SILVANEY DE OLIVEIRA. Bacharel em Engenharia Química pela Universidade Federal do Paraná (1998), licenciado em Química pela Universidade Federal Tecnológica do Paraná (2003) e mestre em Educação em Ciências e em Matemática pela Universidade Federal do Paraná (2015). Atualmente é professor do Quadro Próprio do Magistério do Paraná.

ORLINEY MACIEL GUIMARÃES. Licenciada em Química pela Universidade Federal de Uberlândia (1988), mestre em Ciências – Química Analítica pela Universidade de São Paulo – Campus Ribeirão Preto-SP (1991) e doutora em Ciências pela Universidade de São Paulo – Campus São Carlos (1997). Atualmente é professora da Universidade Federal do Paraná-UFPR desde 1992, atuando na Licenciatura em Química e no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da UFPR.

LEONIR LORENZETTI. Licenciado em Ciências-Habilitação em Biologia pela Universidade do Contestado – UnC-Concórdia (1989), mestre em Educação pela Universidade Federal de Santa Catarina (2000) e doutor em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina (2008). Atualmente é professor da Universidade Federal do Paraná-UFPR, atuando nas Licenciaturas de Química e Ciências Biológicas e no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática.

Recebido: 19 de outubro de 2015

Revisado: 26 de fevereiro de 2016

Aceito: 12 de maio de 2016