A abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente a partir de perguntas dos estudantes sobre combustíveis

Fabiana Pauletti*, Lorita Aparecida Veloso Galle**

Resumo

Ensinar Química integrando a Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) possibilita que os estudantes compreendam as inter-relações existentes nessas áreas que são responsáveis pela evolução da sociedade. Esse trabalho relata uma investigação realizada com estudantes do 1º ano do Ensino Médio, de uma escola pública estadual do interior Rio Grande do Sul, mediante perguntas elaboradas sobre a temática "combustíveis". A questão que delimitou esta pesquisa é: De que modo perguntas propostas pelos estudantes sobre o tema combustíveis podem possibilitar o desenvolvimento de ações relativas CTSA? O desenvolvimento da atividade partiu de uma breve explanação pelo professor de Química sobre o tema combustíveis. Em seguida foi solicitado aos estudantes que formulassem perguntas sobre o que gostariam de aprender sobre a temática. Utilizamos a Análise Textual Discursiva (ATD) para analisar as perguntas elaboradas. Em resultado, emergiram categorias de interesses dos estudantes que versam da origem, composição, propriedades ao processo de produção dos combustíveis, as principais formas de utilização dos combustíveis e as implicações econômicas, políticas e ambientais do uso de combustíveis.

Palavras-chave: Ensino de Química, combustíveis, perguntas dos estudantes, CTSA.

Recebido em: 29/07/2019 — Aceito em: 23/08/2019. https://doi.org/10.5335/rbecm.v2i2.9670

Estágio Pós-doutoral em Educação no Programa de Pós-Graduação em Educação pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Doutora em Educação em Ciências e Matemática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Mestre em Educação e Licenciada em Química pela UCS. Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). E-mail: fpauletti@utfpr.edu.br

Mestre em Educação em Ciências e Matemática pela PUCRS. Especialista em Educação Profissional pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Bacharel e Licenciada em Química pela PUCRS. Licenciada em Ciências pela PUCRS. E-mail: loritaveloso@hotmail.com

Introdução

O acesso à informação cada vez mais facilitado por meio das diversas ferramentas disponibilizadas socialmente exige que o ensino de Química não se minimize a mera transmissão do conhecimento. Esse modelo de ensino por transmissão atendia as demandas no contexto que emergiram, no século passado. No entanto, atualmente, a transmissão de conhecimentos pode ser considerada um modelo de ensino que não atende mais os ensejos educacionais. Sobretudo, porque se a concepção de ensino é baseada na transmissão de informações as inúmeras ferramentas digitais já suprem essa finalidade de pura e simples "transmissão".

Hodiernamente a compreensão sobre o papel da escola e do ensino sofreram reformulações e em consequência novas exigências educacionais foram inculcadas à instituição escola. Algumas dessas reformulações dizem respeito à superação do acúmulo de informações decorrentes da transmissão. Essas reformulações foram necessárias na medida que a escola difundiu seu acesso a população, tornando a educação um direito a todos os cidadãos legitimando assim a nossa legislação brasileira (BRASIL, 1996, 2016). Em vista disso, podemos afirmar que cabe a escola e ao ensino que formem de fato cidadãos, o que supera por completo uma concepção de ensino bancário (FREIRE, 2014b).

Essa perspectiva se consubstancia ainda mais quando aproximamos o ensino de Química do cotidiano dos estudantes; fomentando espaços para o diálogo e a problematização de seu contexto, visando o estabelecimento de relações entre fatos e informações, investindo em valores, de modo a permitir que o estudante seja capaz de se constituir como cidadão na sociedade em está inserido. É por meio dessas reformulações que a escola ultrapassa o ensino por transmissão, afinal "[...] ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou sua construção" (FREIRE, 2014a, p. 24).

Nesse sentido, cabe à escola promover uma formação cidadã a fim de recuperar sua função social (SANTOS; SCHNETZLER, 2010). A escola como uma das instâncias promotoras da cidadania, por meio de seus componentes curriculares, necessita dispor de informações que se encontrem vinculadas as questões sociais relacionadas diretamente ao cotidiano dos sujeitos. Tais questões carecem de uma tomada de posição no sentido de promover condições que apontem respostas para tais questionamentos. Em resumo, constituir-se cidadão implica na possibilidade

de participar de modo efetivo do seu contexto, promovendo as mudanças que sejam necessárias (DEMO, 2015). É nessa direção que se move esta pesquisa, mediante perguntas elaboradas por estudantes do 1º ano do Ensino Médio de uma escola estadual do interior do Rio Grande do Sul. O objetivo dessa abordagem foi identificar os interesses e desejos de aprender desses estudantes sobre os combustíveis numa abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA).

A relevância dessa pesquisa é no sentido de apontar caminhos para promover uma formação cidadã na medida que relaciona os conhecimentos que os estudantes já possuem numa abordagem CTSA, a partir de temas indispensáveis para a atuação desses sujeitos nos mais diversos âmbitos sociais. Além de explorar um método investigativo para ensinar Química que insere os estudantes no limiar do processo, considerando seus interesses, conhecimentos e experiências vivenciadas.

Fundamentação teórica

A fim de atender a proposição desta pesquisa construímos um quadro teórico que fundamente as principais ideias do movimento CTSA e direcionamos essa perspectiva para o ensino de Química. Tendo em vista as reformulações que a instituição escola sofreu nos últimos anos entendemos que, o movimento emergido na década de 80 condensa diversos ideais que exigem um ensino voltado as demandas sociais, aos ensejos de uma educação que promova a emancipação dos sujeitos. O que, quiçá, pode ultrapassar assim a tão arraigada concepção de ensino bancário que visa tão somente domesticar e oprimir. Nessa perspectiva, destacamos que os ideais de Paulo Freire consolidam uma formação cidadã mediante a inter-relação da CTSA. Apresentamos a pesquisa em sala de aula como método de ensino e de aprendizagem para promover uma formação cidadã e, sobretudo para atender aos interesses dos estudantes em relação as mais diversas problemáticas da sociedade e de seus interesses e desejos de aprender.

O ensino de Química numa abordagem CTSA

Ensinar Química numa perspectiva CTSA pode possibilitar o interesse dos estudantes pelas nuances que caracterizam esse movimento, afinal aspectos sociais, econômicos, ambientais e políticos se inter-relacionam diretamente com as impli-

cações da Química no contexto em que os estudantes estão inseridos. Mas afinal, no que implica esse movimento CTSA? Por que o ensino de Química e de outras áreas do conhecimento empenham-se em desenvolver uma abordagem com essa natureza? Diversos movimentos ao longo da história da educação redirecionaram as políticas e as matrizes curriculares (SANTOS, 2007). Dentre esses, nos importa essencialmente o movimento CTSA, visto que as inter-relações existentes nos mais diversos contextos não poderiam mais ser negligenciadas pela escola. A emergência dessa compreensão mais humanística de ensino decorreu em função da efervescente poluição, da crise ambiental e energética fomentada entre a década de 60 a 80. De acordo com Krasilchik (2000), o currículo de Ciências/Química passou por reestruturações a fim de atender às demandas sociais que reivindicam mudanças de fundo no currículo. A principal modificação no ensino nessa época valorizou uma formação cidadã reconhecendo que a conexão "[...] entre a ciência e a sociedade implica um ensino que não se limite aos aspectos internos à investigação científica, mas à correlação destes com aspectos políticos, econômicos e culturais" (KRASILCHIK, 2000, p. 89). Segundo Santos (2007, p. 478) esse movimento que reestruturou os currículos inicialmente ponderou as inter-relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade (CTS). Contudo, no decorrer incorporou a perspectiva "[...] ambientalista, apresentado uma visão crítica ao modelo de desenvolvimento; por isso, alguns autores a identificaram como Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA)".

Em vista de aprofundar e direcionar esse movimento CTSA ao ensino de Química é que as possibilidades de tangenciar a integração dos aspectos sociais, econômicos, sociais, políticos e ambientais podem favorecer o aprendizado do estudante em torno da compreensão do mundo com o conhecimento cientificamente construído. Para Santos e Schnetzler (2010, p. 61) essa perspectiva "[...] está vinculada à educação científica do cidadão". Por conseguinte, formar cientificamente um cidadão mediante o ensino de Química implica em "[...] preparar o indivíduo para que ele compreenda e faça uso das informações químicas básicas necessárias para a sua participação efetiva na sociedade tecnológica em que vive" (SANTOS; SCHNETZLER, 2010, p. 101). Para isso, a tomada de decisões implica que o sujeito se aproprie de conhecimentos fundamentais da Química, e também no âmbito social e em áreas correlatas que dizem respeito ao problema em estudo, sendo também necessário desenvolver a sua capacidade de ajuizar, valorar os custos e benefícios, tanto do ponto de visto científico e tecnológico quanto pela adoção de valores (SANTOS; SCHNETZLER, 2010).

Diante disso, o estudo da temática "combustíveis" no ensino de Química pode fomentar aos estudantes compreender as inter-relações entre a CTSA implícitas e explícitas em torno dessa temática. Afinal, qual a importância dos combustíveis em nossa sociedade? Qual a origem e as fontes de produção dos principais combustíveis utilizados? Por que determinados combustíveis são economicamente mais baratos que outros? Quais os tipos de combustíveis existentes? Quais os efeitos do uso de combustíveis? Por que existem tantas oscilações em torno do valor da gasolina e óleo diesel (que são os principais combustíveis utilizados)? Será que podemos gerar menos poluentes para o meio ambiente se alterarmos os combustíveis mais empregados? Qual a legislação vigente em torno dos combustíveis? Existem efeitos maléficos para a nossa saúde em decorrência do uso indiscriminado de combustíveis? De que forma podemos minimizar os efeitos decorrentes do alto consumo de combustíveis? Essas são algumas das questões que nos suscitam de imediato ao tratar tal temática. Assim, acreditamos que a escola e mais precisamente o ensino de Química devem estar atentos e abordar os conteúdos programáticos nessa perspectiva a fim conscientizar e favorecer a formação da cidadania aos estudantes.

Que escola queremos e precisamos?

Em face do exposto, devemos entender também os matizes que acompanham a história da instituição escolar a fim de promovermos mudanças nos processos de ensinar e de aprender. Sabemos que a escola que herdamos ainda resguarda resquícios de uma escola que servia aos ensejos capitalistas visto que "a escola como hoje conhecemos, destinada a todos, surgiu com a consolidação do capitalismo, modo de produção que assenta na propriedade privada dos meios de produção e na exploração da mão de obra [...]" (SUHR, 2012, p. 65). Segundo Wells (1997) as escolas ainda carregam a ideologia dominante que visa atender aos modelos industriais de produção, fragmentando e descontextualizando os currículos e tornando o professor mero instrutor.

È justamente devido à necessidade incisiva de um modelo educacional que promova a formação para a cidadania, libertando os indivíduos de um sistema que mimetiza a opressão e o domínio é que surge a denominada por Freire (2014b): Educação Libertadora. Conforme consoante é chamada de libertadora porque implica na reflexão e ação dos homens sobre o mundo a fim de transformá-lo. Baseia-se na dialogicidade e na problematização do meio com o homem:

[...] a educação libertadora, problematizadora, já não pode ser o ato de depositar, ou de narrar, ou de transferir "conhecimentos" e valores aos educandos, meros pacientes à maneira da educação "bancária", mas um ato cognoscente. Como situação gnosiológica, em que o objeto cognoscível, em lugar de ser o término do ato cognoscente de um sujeito, é o mediatizador de sujeitos cognoscentes, educador, de um lado, educandos, de outro, a educação problematizadora coloca, desde logo, a exigência da superação da contradição educador-educandos (FREIRE, 2014b, p. 94, grifo do autor).

Nesse sentido, a concepção de educação libertadora destaca a relação indissociável entre o homem com o meio, com a realidade na medida em que "a educação problematizadora se faz, assim, um esforço permanente através do qual os homens vão percebendo, criticamente, como estão sendo no mundo com que e em que se acham" (FREIRE, 2014b, p. 100). Concebe-se o professor não mais como um mero instrutor, depositador de conteúdo, ao contrário, "[...] o papel do educador problematizador é proporcionar, com os educandos, as condições em que se dê a superação do conhecimento no nível da doxa pelo verdadeiro conhecimento, o que se dá no nível do 'logos' (FREIRE, 2014b, p. 97, grifo do autor). Ou seja, o professor assume-se como educador e como educando na medida que "quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina aprender" (FREIRE, 2014a, p. 25). Nessa perspectiva atenta-se a capacidade crítica dos educandos por meio da "[...] rigorosidade metódica com que devem se 'aproximar' dos objetos cognoscíveis" exigindo-se assim [...] a presença de educadores e de educando criadores, instigadores, inquietos, rigorosamente curiosos, humildes e persistentes" (FREIRE, 2014a, p. 28, grifo do autor).

Em síntese, a pedagogia libertadora é uma concepção de ensino e de aprendizagem que altera completamente as configurações tão difundidas e ainda existentes da pedagogia tradicional. Sendo assim, no próximo bloco vamos direcionar nossa pesquisa para um ensino baseado nessa pedagogia libertadora e problematizadora relacionando a relevância dos estudantes de Química conhecerem características da ciência, da sociedade e da tecnologia para tomarem decisões baseadas num olhar totalitário, numa dimensão mais holística do meio em que vivem.

Pesquisa em sala de aula

A pesquisa em sala de aula vem ao encontro de compreender o estudante como sujeito de sua própria aprendizagem e não mais como mero objeto que deve receber de modo passivo o que o professor tem a "depositar" (DEMO, 2015; FREIRE, 2014a). Para Demo (2015) a pesquisa apresenta como produtos o desenvolvimento

da autonomia e da socialização de seus participantes. É compreendida como um ciclo dialético (MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2012) por apresentar-se em constante movimento de três momentos distintos: questionamento, construção de argumentos e comunicação. O questionamento é o passo inicial da pesquisa, neste momento as verdades compreendidas como "prontas", são questionadas no sentido de serem superadas. É importante que o próprio estudante formule suas próprias perguntas, considerando que estas representam seus interesses, saberes e equívocos. A construção de argumentos representa o segundo momento e implica que o sujeito elabore respostas que possam dar conta dos questionamentos iniciais, recorrendo às diversas ferramentas disponíveis. Considerando que a essência da pesquisa em sala de aula é a crítica, após construir os novos argumentos, esses necessitam ser validados e divulgados, o que caracteriza o terceiro momento desse método investigativo: a comunicação.

Nossa ênfase no uso da pesquisa em sala de aula é na primeira etapa, a que envolve o questionamento. Acreditamos que o limiar de qualquer atividade é o que determina o envolvimento dos estudantes, visto que se o ensino de Química parte geralmente dos interesses dos professores é no mínimo temerário porque os conhecimentos, os interesses e as experiências de vida dos estudantes não são consideradas. No âmbito escolar a pergunta tem como protagonista, normalmente, o professor, ele a utiliza de diversos modos, seja para repassar algum conhecimento, realizar uma sondagem ou mesmo como instrumento para a avaliar o conhecimento dos estudantes. As perguntas expressas nos livros didáticos também são realizadas por professores. A proposição de uma pergunta permite que o sujeito desenvolva de modo mais produtivo a sua capacidade intelectual do que se estivesse elaborando uma resposta (DILLON, 1986), o que demonstra a possibilidade de destaque para o ato de perguntar para o aprimoramento intelectual.

Em consequência, creditamos ênfase no questionamento porque é a etapa inicial da atividade e possibilita aos estudantes elaborem e discutirem seus próprios questionamentos, dúvidas, interesses em aprender. Foi nesse sentido que essa investigação se desdobrou: solicitamos que os estudantes elaborassem perguntas sobre o tema "combustíveis", visando averiguar e considerar seus interesses, dúvidas e conhecimentos já construídos em torno dessa temática. Valorizar os interesses dos estudantes e os conhecimentos que eles já construíram ao longo de suas vivências permite que eles possam deslocar-se da posição de objetos vazios que necessitam ser

preenchidos (FREIRE, 2014b). Por condição biológica o homem aprende por meio da investigação, a busca pela solução para os seus problemas da cotidianidade e da sua curiosidade (GALIAZZI, 2012), desse modo o questionamento é parte fundamental para que o conhecimento humano ocorra e avance. O questionamento carrega consigo a falta, a angústia, a incompletude e o desassossego de quem deseja conhecer mais.

Para Moraes, Galiazzi, Ramos (2012) é produtivo que os estudantes se envolvam no processo de questionamento em sala de aula, propondo perguntas de seus interesses. Estas, apresentam, em seu escopo uma série de elementos capazes de revelar muito sobre quem a formula como: o que sabe, o que não sabe, equívocos e desejos de aprender (RAMOS, 2008, CHIN; OSBORNE, 2008).

Procedimentos metodológicos

Essa pesquisa é de natureza qualitativa visto que aprofundamos nossa análise em torno do contexto em que a investigação foi realizada e os dados são predominantemente descritivos no intuito de avaliar em profundidade (LÜDKE; ANDRÉ, 1986) as possibilidades de ensinar Química a partir das perguntas de estudantes sobre a temática "combustíveis". Para Bogdan e Biklen (1994) existem cinco características que definem uma pesquisa qualitativa, a saber: i) o pesquisador é o principal instrumento da pesquisa, sendo o ambiente natural fonte direta de coleta de dados; ii) os dados coletados são ricos em detalhes; iii) existe interesse pelo processo e não somente pelo produto; iv) a análise de dados decorre de uma tendência indutiva; e, v) "o significado é de importância vital na abordagem qualitativa" (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 50, grifo dos autores).

Em vista disso, a coleta de dados ocorreu numa escola pública estadual do interior do Estado do Rio Grande do Sul, tendo como sujeitos participantes estudantes do 1º ano do Ensino Médio. A turma era composta de 26 estudantes, sendo 12 meninos e 14 meninas com idade média de 15 anos, variando de 14 a 17 anos. A professora de Química e também pesquisadora, solicitou aos estudantes, após uma breve explanação sobre o tema "combustíveis" que formulassem perguntas relativas ao tema sobre seus interesses e desejos de aprender sobre o assunto¹. Os estudantes formularam 85 perguntas, sendo uma média de três questões por participante.

As perguntas foram analisadas mediante a Análise Textual Discursiva (ATD) (MORAES; GALIAZZI, 2011). Escolhemos esse artefato epistemológico porque é

possível interpretar e analisar os dados teóricos e empíricos da investigação realizada. A ATD permite aos pesquisadores construir metatextos que expressam e imprimem as vozes de diversos autores sejam eles empíricos ou teóricos que participam da pesquisa. Nessa multiplicidade de vozes que emergiram nessa pesquisa se destacam as seguintes categorias: "da origem, composição, propriedades ao processo de produção dos combustíveis"; "da utilização aos variados tipos de combustíveis"; e, "implicações econômicas, políticas e ambientais do uso de combustíveis". De acordo Moraes e Galiazzi (2011) a ATD é uma metodologia que requer que os pesquisadores construam significados a partir de seus próprios pontos de vista e suas teorias implícitas. Foi assim, que construímos três metatextos a partir das seguintes etapas: i) desmontagem do corpus, ii) unitarização; e, iii) construção de metatextos que representam o entendimento aprofundando do corpus de pesquisa, que nessa investigação são as perguntas dos estudantes sobre o tema combustíveis. A fragmentação do corpus que nessa pesquisa se caracterizou pelas perguntas elaboradas pelos estudantes foi a primeira etapa de análise. Esse primeiro movimento é a desconstrução e unitarização do corpus inicial de pesquisa. A segunda etapa de análise foi a categorização desse corpus, que se condensa na reconstrução. E por fim, a terceira etapa é a escrita das novas compreensões dos pesquisadores sobre o fenômeno investigado mediante a produção de metatextos descritivos e analíticos (MORAES; GALIAZZI, 2011).

Da origem, composição, propriedades ao processo de produção dos combustíveis

Esta categoria expressa os interesses dos estudantes no que diz respeito aos conceitos em torno da origem/história, da composição e do processo de produção dos combustíveis. Representa o conjunto com maior expressividade da análise, contendo 38 perguntas, ou seja, 45% do total dos interesses em aprender. É possível evidenciar que os estudantes manifestam curiosidades pertinentes em torno do conceito de combustíveis, como, por exemplo, o estudante 11^2 em: "o que é combustível?", já o estudante 03 apresenta interesse sobre um tipo de combustível específico: "o que é etanol?". Identificamos dúvidas conceituais em torno de uma matéria-prima fonte de combustíveis: "combustível e petróleo são a mesma coisa?" (estudantes 06). Diante dessas perguntas o professor pode abordar de imediato a definição em torno

das duas classes de combustíveis: os renováveis que são obtidos mediante fontes naturais e os não renováveis ou também chamados de combustíveis fósseis devido ao resultado da fossilização de vegetais e animais ao longo dos séculos.

Algumas perguntas tratam da origem e da constituição dos combustíveis, como na pergunta do estudante 13: "qual a origem dos combustíveis?" e a pergunta do estudante 03: "como se formam os combustíveis?". Houve também uma pergunta sobre aspectos históricos em torno dos combustíveis elaborada pelo estudante 22: "há quantos anos o ser humano tira proveito dos combustíveis?". O estudante 05 ficou curioso sobre quem descoberta da matéria-prima dos combustíveis fósseis: "quem descobriu o petróleo?". Perguntas em torno da nomenclatura e das denominações dos combustíveis foram formuladas pelo estudantes 24: "por que cada tipo de combustível tem um nome diferente?" e "de onde vem esses nomes [dos combustíveis]³?". Essas perguntar indicam o interesse dos estudantes sobre a temática combustíveis e podem ser uma oportunidade para o professor abordar fatores políticos, ambientais e sociais em torno da constituição do petróleo e seus derivados, de fatores relacionados a história dessa matéria-prima em termos da primeira jazida e dos poços de petróleo comerciais. É importante também, identificar os demais tipos de combustíveis que não derivam essencialmente do petróleo tendo sobretudo características ambientais que o consumo indiscriminado de combustíveis fósseis.

Perguntas sobre a composição dos combustíveis também foram foco do interesse e desejos de aprender dos estudantes: "do que o combustível é composto?" (estudante 02), "quais são os principais componentes da gasolina?" (estudantes 19) e "quais os elementos que compõem a gasolina?" (estudante 14). Essas perguntas possibilitam ao professor além de tratar dos componentes dos combustíveis fósseis, explorar especificamente cada espécie de combustíveis. Fica evidente também a restrição de conhecimento em torno dos tipos de combustíveis já que nenhum estudante mencionou querosene, carvão, óleo diesel, gás natural, xisto, dentre outros. Essas perguntas, revelam que os estudantes parecem reconhecer como combustível apenas a gasolina. Além disso, é possível o professor de Química identificar alguns erros conceituais nas perguntas e promover um espaço de reconstrução de conhecimento. O termo **elementos** empregado na pergunta do estudante 14, representa um erro conceitual, o que deve ser fonte de estudo e atenção ao professor.

A produção dos combustíveis e os processos envoltos na obtenção de subprodutos também é foco de interesse dos estudantes 24 e 01 consecutivamente: "como são

feitos os combustíveis?" e "qual o processo do combustível antes de ir para o tanque de algum transporte?". Nesse ponto de interesse é possível o professor recorrer aos processos de refino e de fracionamento dos combustíveis oriundos do petróleo mediante a destilação fracionada. Desde o processo de extração e exploração desse combustível fóssil pode ser explorado até os subprodutos finais, como, por exemplo, o lubrificante, o óleo e o asfalto.

De modo geral, nesta categoria é notório compreender que os estudantes apresentam dificuldades em compreender o que são combustíveis no sentido conceitual da palavra, fato que se fez presente em diversas perguntas que relacionam os combustíveis utilizados nos meios de transporte. Por outro lado, destacam-se demandas sobre os combustíveis presentes em seu cotidiano como gasolina, álcool e gás. Para Chin e Kayalvizhi (2005) é comum que ao gerarem suas próprias perguntas os estudantes manifestem o desejo de aprender sobre termos, situações ou fenômenos que estão presentes no seu entorno.

Da utilização aos variados tipos de combustíveis

Esta categoria trata dos diferentes tipos e da empregabilidade dos combustíveis no contexto. Compreende 29 perguntas, representando 34% do total de perguntas formuladas pelos estudantes sobre o tema. Em relação aos tipos de combustíveis alguns estudantes têm curiosidade sobre as diferencas denominativas como, por exemplo, na pergunta do estudante 26: "qual a diferenca entre etanol de etílico? e na pergunta do estudante 25: "qual a diferença entre gasolina comum e aditivada?" e "qual a diferença entre a gasolina de aviação e de carro?". Percebe-se o interesse dos estudantes sobre os combustíveis de uso mais comum no seu dia a dia, sendo no geral a gasolina. O estudante 25, por exemplo, associa que o combustível de aviação é "gasolina". Desse modo, cabe ao professor alertar e possibilitar oportunidades de aprendizado para que os estudantes consigam compreender as diferenças entres esses combustíveis, bem como reconhecer sutilezas entre agentes inobserváveis: "o gás do isqueiro é diferentes de outros [gases] ou não?" (estudante 03) e "o urânio utilizado em usinas nucleares é considerado um combustível?" (estudante 12). Uma pergunta elaborada pelo estudante 07 demonstrou dificuldades na compreensão do diesel como sendo um combustível derivado do petróleo: "qual a diferença entre combustível e diesel?".

Os estudantes também manifestaram curiosidades em torno da utilização dos combustíveis, como no caso das perguntas elaboradas sucessivamente pelo estudante 10 e 05: "nos dias de hoje qual o combustível mais utilizado?" e "qual o combustível um avião usa?". Dúvidas em relação a utilização e função dos combustíveis foram foco de indagação: "quais são as principais coisas que se pode fazer com a gasolina?". E também de modo genérico compreender a utilização dos combustíveis: "quais são todas as coisas que se pode fazer com o combustível?" (estudante 15). Questões em torno dos benefícios dos combustíveis para a sociedade também foram pauta de interesse dos estudantes: "que benefícios a gasolina trás?" (estudante 17) e "que benefícios os combustíveis nos trazem?" (estudante 16).

Essas perguntas elaboradas pelos estudantes voltadas a utilização e aos tipos de combustíveis pode ser uma oportunidade para o professor de Química aprofundar a abordagem de conceitos sobre a classificação, diferenciação em torno das propriedades químicas dos mais variados tipos de combustíveis. A vasta empregabilidade dos combustíveis na sociedade hodierna também deve ser propiciada, na medida que os estudantes podem e devem reconhecer o papel implícito nos combustíveis e o quanto eles são fonte de renda e de problemas ambientais emergentes. Oportunizar ambientes investigativos em que as perguntas dos estudantes sejam valorizadas é de fato um meio para relevar incompletudes, curiosidades, dúvidas, mas também conhecimentos que os estudantes já elaboraram ao longo de sua trajetória (RAMOS, 2008).

Implicações econômicas, políticas e ambientais do uso de combustíveis

Esta categoria tem menor representatividade no conjunto de perguntas elaboradas pelos estudantes, sendo constituída por 18 perguntas, que correspondem a 21% do *corpus* de análise. Esse metatexto compreende perguntas-sobre a economia, a política, o meio ambiente e a saúde.

Questões que versam sobre o alto custo dos combustíveis são pauta dos interesses dos estudante 13 e 14 respectivamente: "qual o motivo real do aumento dos combustíveis?" e "por que a gasolina tem um valor tão elevado?". Consubstanciando esses questionamentos o estudante 24 introduz aspectos de cunho político: "por que o Brasil exporta a gasolina para fora?". Um indicativo de formação política ou ao menos de preocupação nacional é indagado pelo estudante 19: "será que se o Brasil

ficar sem gasolina, ainda andará para frente ou ele [Brasil] para completamente?". Acredita-se, pois, que esse estudante se refere a dependência que nós enquanto nação brasileira, temos desses combustíveis, sobretudo a gasolina e o óleo diesel.

Nas perguntas referentes ao meio ambiente demandam explicações referentes aos impactos que os combustíveis representam no que diz respeito à poluição, com expresso pelo estudante 12: "por que os combustíveis poluem o meio ambiente?". Emergiram perguntas que refletem a consciência desses jovens estudantes quanto os possíveis impactos ambientais decorrentes do uso de combustíveis em larga escala: "como o combustível é poluente do meio ambiente, o que podemos fazer para diminuir a conduta errada das pessoas?" (estudante 04) e "como se pode evitar que o uso de combustíveis polua as águas do planeta?" (estudante 08). Inquietações sobre a consequências à saúde humana também foram foco de interesse dos alunos 21, 18 e 17: "o que causa ao corpo humano caso seja ingerido [o combustível]?", "quais as consequências se beber gasolina ou inalar gás?" e "como ele [o combustível] prejudica a população?".

A baixa incidência de perguntas nessa categoria que versa sobretudo a uma das áreas (ambiental ou meio ambiente) que redefiniu o movimento CTSA é um pouco preocupante no sentido de que parece que os estudantes ou desconhecem ou não se interessam pelos efeitos colaterais decorrentes do consumo sobretudo de combustíveis fósseis. Ainda que vários fatores foram reunidos para abordagem dessa categoria, como, por exemplo: economia, política e meio ambiente (saúde) percebe-se que essa formação não está sendo fomentada na escola, visto que os estudantes quase não relacionaram a temática com demandas sociais. Desse modo, se a intenção da escola é formar cidadãos conscientes e ativos na sociedade é imprescindível que aspectos mais globais como esses sejam pauta do ensino. Por isso defendemos que partir das perguntas dos estudantes pode ser um meio de inserir esses jovens e comprometê-los com suas aprendizagens, bem como promover uma formação emancipatória.

Que sugestões se pode apresentar com vistas a CTSA?

Além dos fatores já mencionados e apresentados nas categorias anteriormente expressas, sintetizamos no Quadro 1 algumas sugestões de ações e objetivos que podem ser desenvolvidos no ambiente escolar numa perspectiva da CTSA a partir

do ensino de Química. Cabe ressaltar que com esta proposição não pretende oferecer uma "receita", mas demonstrar possibilidades acerca desse ensino com vistas à abordagem CTSA. Esse quadro foi elaborado a partir do *corpus* de análise que é oriundo das perguntas elaboradas pelos estudantes de uma turma do 1º ano do Ensino Médio.

Quadro 1: Objetivos possíveis numa abordagem CTSA no ensino de Química

Categorias	Subcategorias	Sugestões de objetivos para ações na perspectiva da CTSA a partir do interesse manifestado pelos estudantes
Da origem, composi- ção, propriedades ao processo de produção dos combustíveis	Conceito	Contextualizar a partir de reações de combustão básicas.
	Origem	Tratar o modo que se constituem os diversos combustíveis com foco nos derivados de fontes não renováveis, destacando a necessidade de fontes alternativas.
	Características históricas	Considerar a evolução dos combustíveis ao longo da história da humanidade.
	Composição	Explorar reações de combustão de modo a apresentar reagentes e produtos, bem como a troca/transferência de energia.
	Processos de obtenção	Avaliar os processos de obtenção dos diferentes combustíveis e impacto na vida do planeta.
Da utilização aos va- riados tipos de com- bustíveis	Tipos	Ponderar sobre os diversos tipos de combustíveis utilizados pelo homem relacionando fontes, métodos de produção e produtos da sua combustão.
	Utilização	Abordar questões relativas ao emprego dos diferentes combustíveis e suas propriedades com vista a avaliar alternativas econômicas, ambientais e políticas em vista da sustentabilidade.
	Matéria prima	Estimar sobre o uso de combustíveis como matéria-prima e sua viabilidade.
Implicações econô- micas, políticas e ambientais do uso de combustíveis	Meio ambiente	Explorar as consequências para o meio ambiente do consumo de combustíveis, sobretudo os combustíveis fósseis com vistas a dimensão ambiental e da saúde humana.
	Custos	Discutir como se constituem os custos dos combustíveis tendo em vista os processos de extração/exploração, processos e mercado internacional.
	Política	Compreender de que modo se estabelecem as ações de exportação e importação de combustíveis e o impacto das variações internacionais.
	Saúde	Analisar as consequências para a saúde humana e dos seres vivos, bem como do ecossistema da queima e consequente polução a qual somos expostos.
	Escassez	Identificar os impactos para o país e para o mundo da escassez de combustíveis fósseis e da substituição por outras fontes alternativas de combustíveis.

Fonte: autores (2019).

É relevante enfatizar que dentre os princípios gerais para a construção de propostas de ensino de Química que permitam o desenvolvimento da cidadania, Santos e Schnetzler (2010), recomendam que os conhecimentos sejam abordados de modo interdisciplinar. Sendo assim, a construção das respostas para as perguntas dos estudantes podem consistir num diálogo entre os diferentes componentes curriculares, como, por exemplo; a Geografia, no sentido de explorar os territórios mundiais de petróleo; a História, com viés de elencar as nuances históricas em torno da constituição e da exploração desse combustível fóssil; a Matemática, com viés econômico envolto na importação e exportação, bem como variação do barril do petróleo; e, a Física, no sentido de explorar os aspectos em torno da troca de energia e calor (calorimetria) decorrentes do consumo de combustíveis.

Considerações finais

Esta pesquisa relatou uma experiência vivenciada com estudantes de uma escola pública de Ensino Médio do interior do Rio Grande do Sul, partindo de seus questionamentos sobre a temática combustíveis a partir de um método investigativo. A questão que norteou nossa pesquisa foi: De que modo perguntas propostas pelos estudantes sobre o tema combustíveis podem possibilitar o desenvolvimento de acões relativas CTSA? A análise das perguntas formuladas por esses estudantes nos mostraram que é sim possível desenvolvermos aulas de Química numa perspectiva CTSA, partindo dos interesses e desejos de aprender dos estudantes sobre uma temática do contexto. Para isso, consideramos essencial introduzir os estudantes no limiar das atividades a fim de provocar o interesse e a vontade de aprender Química, fomentar a curiosidade e inculcar problematizações a respeito da temática em estudo. É possível ensinar os conceitos químicos partindo de temas de conhecimento dos estudantes e a partir disso introduzir conceitos, teorias e regras cientificamente aceitas pela comunidade científica. A abordagem histórica, interdisciplinar e contextualizada desse conhecimento também podem ser promovidas a partir de um método investigativo na perspectiva CTSA, visto que pressupostos da ciência se inter-relacionam com outras áreas do conhecimento, bem como com as nuances históricas envoltas na evolução do conhecimento.

Consubstanciando uma perspectiva CTSA e o método investigativo, mais precisamente a pesquisa em sala de aula, podemos sim construímos a escola que queremos

e que precisamos. Essa escola pode atender as demandas estudantis, considerando os interesses e desejos de aprender dos estudantes e pode sim contribuir para a formação de jovens críticos, criativos, que saibam identificar, levantar e resolver problemas. Sujeitos, esses que saibam exercer sua cidadania e advogar em prol da sociedade que estão inseridos com uma visão panorâmica das inter-relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Essa escola, sem dúvida, supera as tendências educacionais que já não atendem mais a expectativa dos estudantes e dos ensejos sociais, isto é, a pedagogia tradicional e bancária.

Em resultado, as categorias que emergiram da análise das perguntas dos estudantes expressaram os interesses e desejos desses jovens em aprender sobre o tema em estudo coadunam para faces dos combustíveis que devem ser abundantemente discutidas nas escolas, objetivando desenvolver a consciência dos estudantes em torno de uso dos mais variados combustíveis. O impacto ambiental do uso indiscriminado de combustíveis fósseis deve ser pauta das discussões em sala de aula, pois pudemos evidenciar a baixa incidência de perguntas dos estudantes sobre a relação do consumo e do efeito colateral dessas fontes de energia. Para que possamos nos desenvolver mais como nação brasileira é imprescindível que tenhamos formação científica em termos de conceitos químicos e de outras áreas do conhecimento, mas faz-se essencial que também compreendemos as relações entre política, economia e meio ambiente, pois ambos segmentos da sociedade se interligam e competem entre si, acarretando efeitos seminais.

Por fim, o montante de perguntas elaboradas pelos estudantes (em média três perguntas) também deve ser avaliado como um fator absolutamente positivo no desenvolvimento de uma aula problematizadora. Se cada estudante tem pelo menos três interesses a respeito da temática em estudo é possível desenvolver algumas aulas em torno da categorização dessas perguntas (como fizemos em formato de metatextos) e instrumentalizar os estudantes para que avancem na elaboração de hipóteses, levantamento de evidências e construção de argumentos concisos no sentido de resolução desses questionamentos. Esse momento corresponde à segunda etapa da pesquisa em sala de aula: a construção de argumentos. A comunicação dos resultados e das compreensões atingidas pelos estudantes que partiu de seus próprios questionamentos deve ser valorizada e estimulada pelo professor, afinal é a comunicação que legitima a pesquisa em sala de aula (MORAES; GALIAZZI; RAMOS, 2012).

The Science-Technology-Society-Environment aproach on students' questions about fuels

Abstract

To teach Chemistry integrating Science, Technology, Society and Environment (STSE) enables students to understand the interrelationships in these areas that are responsible for the evolution of society. This paper reports an investigation carried out with students of the first year of high school, from a state public school in the countryside of Rio Grande do Sul, through questions elaborated about the topic of fuel. The question that guided this research is: How can questions posed by students on the topic of fuels enable the development of actions related to STSE? The development of the activity came from a brief explanation by the Chemistry Professor on the topic of fuels. Students were then asked to ask questions about what they would like to learn about the topic. We use Discursive Textual Analysis (DTA) to analyze the questions. As a result, student interest categories have emerged that address the origin, composition, properties of the fuel production process, the main forms of fuel use, and the economic, political and environmental implications of fuel use.

Keywords: Chemistry teaching, fuels, student questions, STSE.

Notas

- Este artigo deriva de um estudo amplo que teve como foco levantar interesses dos estudantes expressos por suas perguntas referente ao tema combustíveis, com o intuito de organizar e desenvolver ações na perspectiva da Pesquisa em Sala de Aula. Portanto, este recorte tem como foco o primeiro momento desta proposta que representou o questionamento.
- Os estudantes participantes dessa pesquisa foram designados para via de análise por "estudante" seguido dos numerais de 01 a 26, tendo em vista a quantidade de participantes.
- ³ Como modo de oferecer maior clareza às perguntas alguns termos foram colocados entre colchetes pelos pesquisadores.

Referências

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Porto Editora, 1994

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**: texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com as alterações determinadas pelas Emendas Constitucionais de Revisão nos 1 a 6/94, pelas Emendas Constitucionais nos 1/92 a 91/2016 e pelo Decreto Legislativo no 186/2008. – Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2016.

_____. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. *Lex*: coletânea de legislação: Brasília, dez. 1996.

CHIN, C.; KAYALVIZHI, G. Posing Problems for Open Investigations: what questions do pupils ask? **Research in Science & Technological Education**, v. 20, n.2, 2005.

CHIN, C.; OSBORNE, J. Students' questions: a potential resource for teaching and learning science. **Studies in Science Education**, v. 44, n. 1, p. 1-39, 2008.

DEMO, P. Educar pela pesquisa. 10. ed. Campinas: Autores Associados, 2015.

DILLON, J. T. Student questions and individual learning. **Educational theory**, v. 36, n. 4, p. 333-341, 1986.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 48. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2014a.

FREIRE, P. Pedagogia do oprimido. 58. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2014b.

GALIAZZI, M. C. O professor na sala de aula com pesquisa. In: MORAES, R.; LIMA, V. M. R. (orgs.) **Pesquisa em sala de aula**: tendência para a educação em novos tempos. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2012.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino de Ciências. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 85-93, jan./mar. 2000. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/spp/v14n1/9805.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2019.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C.; RAMOS, M. G. Pesquisa em sala de aula: fundamentos e pressupostos. In: MORAES, R.; LIMA, V. M. R. **Pesquisa em sala de aula**: tendências para a educação em novos tempos. 3. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2012.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva. 2. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2011.

RAMOS, M. G. Aimportância da problematização no conhecer e no saber em Ciências. In: GALIA-ZZI, M. C. et. al. Aprender em rede na educação em Ciências. Ijuí: Editora da UNIJUÍ, 2008.

SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 36, p. 474-550, set./dez. 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rbedu/v12n36/a07v1236.pdf>. Acesso em: 09 maio 2019.

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

SUHR, I. R. F. Teorias do conhecimento pedagógico. Curitiba: InterSaberes, 2012.

WELLS, G. Dialogic inquiry in education: building on the legacy of Vygotsky's legacy. In: LEE, C. D.; SMAGORINSKY, P. (eds.). **Vygotskian perspectives on literacy research**. New York: Cambridge University Press, p. 51-85, nov. 1997.