

## **Um estudo sobre a apropriação de conceitos de termoquímica na perspectiva Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente**

**Andressa Algayer da Silva Moretti e Zenaide de Fatima Dante  
Correia Rocha**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR - Campus Londrina, Paraná, Brasil. E-mails: [andressa.algayers@gmail.com](mailto:andressa.algayers@gmail.com), [zenaiderocha@utfpr.edu.br](mailto:zenaiderocha@utfpr.edu.br).

**Resumo:** A perspectiva educacional de Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente (CTSA) proporciona o estudo dos conceitos científicos a partir de situações reais, o que motivou esta pesquisa cujo objetivo foi investigar a apropriação de conceitos de Termoquímica na perspectiva CTSA em alunos do 2º ano do Ensino Médio. Assim, elaborou-se uma sequência didática (SD) nos moldes dos Três Momentos Pedagógicos na perspectiva CTSA com a temática “Qual a Química que você respira?” que foi aplicada utilizando-se diferentes recursos didáticos. Como instrumentos de coleta de dados foi aplicado aos alunos um questionário inicial e um final em que ambos possuem as mesmas perguntas, tendo em vista que o intuito foi avaliar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo de termoquímica e suas relações com o meio ambiente e a saúde e então verificar a evolução das respostas fornecidas por eles, ou seja a apropriação dos conceitos científicos. A SD foi promissora para o ensino de termoquímica na perspectiva CTSA pois, pelas análises dos dados quantitativos e qualitativos, constatou-se que os estudantes foram capazes de relacionar conceitos de Química trabalhados nesta SD aos efeitos da poluição atmosférica e na saúde, aprimorando, portanto, a construção dos conceitos científicos.

**Palavras chave:** Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente, termoquímica, apropriação de conceitos, ensino de química.

**Title:** A study on the appropriation of thermochemistry concepts in the STS perspective

**Abstract:** The educational perspective of science technology society and environment (STSE) provides the study of scientific concepts from real situations, which motivated this research whose objective was to investigate the appropriation of concepts of thermochemistry in STS perspective in 2nd year high school students. In this context, a didactic sequence (DS) was elaborated in the form of the Three Pedagogical Moments in the STS perspective with the theme "What chemistry do you breathe?" that was applied using different didactic resources. As instruments of data collection, an initial and final questionnaire was applied to the students, where both had the same questions, in order to evaluate the students' previous knowledge on thermochemistry content and its relationships with the environment and health and then verify the evolution of the responses provided by them in the face of the appropriation of scientific concepts. The DS was promising for the teaching of thermochemistry in the STS

perspective, since, through the analysis of quantitative and qualitative data, it was found that the students were able to relate chemical concepts worked in this DS, thus improving the construction of scientific concepts.

**Keywords:** Science technology society and environment, thermochemistry, appropriation of concepts, chemistry teaching.

### **Introdução**

Ao analisar o ensino da química nas escolas, como conteúdo científico, notam-se grandes dificuldades por parte dos alunos em compreender e aplicar os conceitos ao seu cotidiano, fato este que pode transformar essa disciplina em algo alheio, abstrato e totalmente desinteressante a eles.

As cobranças de uma sociedade contemporânea em relação aos métodos educativos nas escolas vêm ganhando destaque, entretanto, o ensino de química ainda se configura mediante uma abordagem tradicional, reduzindo-se apenas a transmissão e a memorização do conteúdo, sem qualquer relação com a vida do aluno e, portanto, estabelecendo baixos níveis cognitivos.

A teoria sociointeracionista proposta por Vigotski (2001), assume que a aprendizagem de um sujeito ocorre pela interação do mesmo com seu meio social, ou seja, por meio de atividades colaborativas – em que a constituição do sujeito, seu aprendizado e seus processos de pensamento intercorrem mediados pela relação com outras pessoas – que possibilite a aprendizagem e o desenvolvimento do senso crítico e da reflexão.

Para Vigotski (2001), a aprendizagem acontece devido as interações entre os sujeitos e destes com o meio, e estas devem ser auxiliadas pela mediação do professor, o qual viabiliza as estratégias didáticas e condições necessárias para a aprendizagem de conceitos científicos.

O ensino por meio da perspectiva educacional Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) por estudar os fenômenos que relacionam a ciência Química aos aspectos tecnológicos, sociais e ambientais proporciona ao aluno o estudo dos conceitos científicos a partir de situações do cotidiano. Esta perspectiva educacional tem como principal característica a inserção da contextualização no ensino das Ciências, no qual o conteúdo é iniciado pela apresentação de situações problemas que fazem parte da realidade do aluno, o que favorece a desconstrução de uma ideia de “Ciência” inaplicável e distante do seu cotidiano.

Nas escolas, o conteúdo de Termoquímica, por vezes, pode gerar compreensões distorcidas sobre as formas de energias envolvidas nas transformações físicas e químicas da matéria. Logo, a utilização de uma metodologia de ensino que relacione o conteúdo de Termoquímica e poluição atmosférica no sentido de fomentar discussões sobre as principais consequências e possíveis alternativas de mitigação aos impactos causados pelos gases poluentes, pode permitir ao aluno a possibilidade de visualizar o conteúdo de química como algo real e próximo ao seu cotidiano.

Assim, este trabalho tem por objetivo investigar a apropriação de conceitos de Termoquímica na perspectiva CTSA em alunos do 2º ano do

Ensino Médio, a partir da aplicação de uma sequência didática (SD) no ensino de química.

Ressalta-se que pelo fato de não ser possível ignorar os efeitos diretos e indiretos das relações entre a ciência, tecnologia e sociedade no meio ambiente, optou-se, nesta pesquisa, por adotar o uso da sigla CTSA - Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente - em substituição à CTS - Ciência, Tecnologia, Sociedade - com a finalidade de enfatizar o termo "Meio Ambiente" e as questões ambientais.

### **Referencial teórico**

Nas escolas, o reconhecimento da necessidade de promover um ensino que integrasse os conteúdos de diversas disciplinas aliado com um caráter contextualizado despertou nos educadores, de maneira geral, o interesse em promover uma didática que considerasse as relações entre a ciência, tecnologia, sociedade e ambiente como forma de expandir a consciência crítica dos alunos e proporcionar um ensino para o exercício da cidadania.

A teoria sociointeracionista de Vigotski considera o homem como sujeito ativo inserido em um contexto histórico-cultural que assimila as experiências externas do meio no qual faz parte, internaliza e expressa esse aprendizado em ações, de acordo com sua compreensão de mundo (Vilaça, Almeida e Fernandes, 2018). Em outras palavras, as características tipicamente humanas não estão presentes desde o nascimento do indivíduo, pois elas resultam da interação dialética do homem e seu meio sócio cultural, ou seja, ao mesmo tempo em que o ser humano transforma o seu meio para atender suas necessidades básicas, transforma a si mesmo (Vigotski, 2007).

No ensino por CTSA o autor Aikenhead (2005) descreveu cinco razões para se usar esta perspectiva em sala, sendo: (1) Para tornar os aspectos humanos e culturais, ciência e tecnologia mais acessível e relevante para os estudantes (por exemplo, sociologia, filosofia e história da ciência, assim como suas inter-relações com a sociedade); (2) para ajudar os alunos a se tornarem pensadores críticos, solucionadores de problemas criativos e, especialmente, melhores tomadores de decisão num contexto do cotidiano; (3) para aumentar a capacidade dos alunos em se comunicar e ser auto afirmativo com a comunidade científica ou tornar-se seus porta-vozes (ou seja, ouvir, ler, responder, etc.); (4) para aumentar os compromissos dos alunos com a responsabilidade social; e (5) gerar interesse e, portanto, aumentar o sentimento de conquista em aprender o conteúdo de ciência verdadeira [tradução nossa].

Aikenhead (2009), procurou explicar o ensino de ciências pela perspectiva CTSA, utilizando a representação dos elementos que compõem a Figura 1a. O autor descreve que o ensino por CTSA se inicia no universo da sociedade (representado pelo quadrado), a partir de uma problematização. A partir de então, com a intenção de se compreender um determinado problema social há, geralmente, alguma tecnologia passível de ser pesquisada, mesmo que superficialmente. O domínio da tecnologia é representado pelo donut representado na cor preta. A tecnologia preocupa-se principalmente com o desenvolvimento de conhecimentos e concepção de processos, em resposta às necessidades humanas e problemas sociais, e

a relação de ambos cria a necessidade de se conhecer algum conteúdo científico (representado pelo círculo central). O fato de a seta revisitar a tecnologia representa a possibilidade de os alunos compreenderem um significado mais profundo da ciência e da tecnologia. E por fim, a seta se encerra no universo da sociedade onde será aplicado o conhecimento científico agregado [tradução nossa].

Diante das considerações de Aikenhead (2009) e da observação da Figura 1a, Moretti (2019) propôs uma releitura ilustrada pela Figura 1b ao se considerar o ensino de ciências e o rápido desenvolvimento tecnológico que abarca o mundo atualmente.

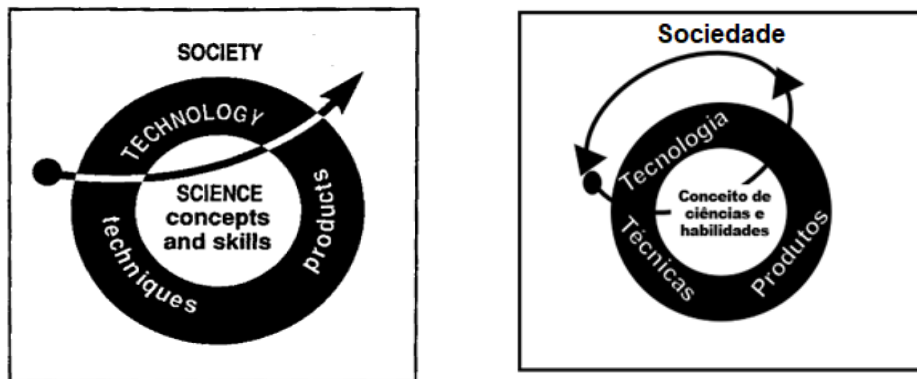


Figura 1 – a) Sequência para o ensino de ciência por CTSA b) Releitura da figura original. a) Fonte: Aikenhead (2009). b) Fonte: Moretti (2019).

Segundo a autora, a adaptação da figura original se justifica pelo fato em se considerar a possibilidade de retomar a problematização inicial pelo professor, a qualquer momento em sala de aula, relacionando-a com outros conteúdos de ciências, tendo em vista que mesmo com a tomada de decisão crítica realizada pelos alunos, após a apropriação do conhecimento científico as soluções para os problemas sociais não são únicas, ou seja, existem inúmeras possibilidades que podem ser reavaliadas constantemente. Desta forma, a seta se fecha formando um ciclo, representando a possibilidade de se revisitar a questão problema a qualquer momento do ensino de ciências, além de caracterizar simultaneamente a mediação do conhecimento científico pelo professor e o processo de reflexão constante, aprimorando ainda mais a tomada de decisão pelos alunos.

Bem como ilustrado na Figura 1a e 1b, na teoria Vigotskiana assume-se que o processo de transformação é contínuo, pois o sujeito no decorrer da aprendizagem vai se modificando, tornando-se um cidadão mais consciente e atuante na sociedade (Vilaça et al., 2018).

O fato de a Química estar presente no dia a dia das pessoas e de se relacionar nas diversas esferas científicas é mais do que suficiente para justificar a necessidade do indivíduo ser informado sobre ela. Nesse aspecto, cabe ao educador buscar estratégias de ensino diferenciadas que permitam a evolução do aluno, não apenas no ambiente escolar, mas também como cidadão ativo em sua comunidade (Moretti, 2019).

Oliveira (2010), baseado nas obras vigotskianas, descreve sobre a formação de conceitos pelo sujeito e distingue-os em duas formas: os

“conceitos cotidianos”, aqueles desenvolvidos ao longo das atividades práticas da criança e suas interações sociais imediatas e os “conceitos científicos”, aqueles adquiridos por meio do ensino, num sistema organizado de conhecimento no qual as crianças os adolescentes passam por uma instrução escolar

O autor salienta que durante o processo de formação de conceitos, a busca para a solução de um problema pelo adolescente é uma condição que se faz necessária, pois, muitas das tarefas com as quais o jovem se depara dentro de seu universo histórico cultural é um aspecto importante para o surgimento do pensamento conceitual. Portanto,

se o ambiente não apresenta nenhuma dessas tarefas ao adolescente, não lhe faz novas exigências e não estimula seu intelecto, proporcionando-lhe uma série de novos objetos, o seu raciocínio não conseguirá atingir os estágios mais elevados, ou só os alcançará com grande atraso (Vigotski, 2001, p. 93-94).

Nas escolas é fundamental proporcionar aos alunos a construção dos conceitos científicos utilizando-se a perspectiva CTSA, pois quando bem desenvolvidos e adquire estágios mais elevados, podem ser aplicados em benefício da sociedade. Desta forma, Aikenhead (2009) destaca que no ensino de ciências nos pressupostos de CTSA deve-se levar em consideração:

[...] a interação entre ciência e tecnologia, ou entre ciência e sociedade; com qualquer outra combinação dos seguintes elementos: Um artefato, processo ou conhecimento tecnológico; ou as interações entre tecnologia e sociedade; ou uma questão social relacionada à ciência ou tecnologia; ou o conteúdo de ciências sociais que lança luz sobre uma questão social relacionada à ciência e tecnologia; ou uma questão filosófica, histórica ou social dentro da comunidade científica ou tecnológica. (Aikenhead, 2009, p.32) [tradução nossa]

Assim, temas como a poluição atmosférica e seus efeitos no meio ambiente e na saúde é uma realidade próxima ao dia a dia dos alunos e apresentar o conteúdo de termoquímica envolvido neste contexto pode contribuir para melhor compreensão não apenas do conteúdo curricular, mas também do papel da ciência na sociedade.

### **Metodologia**

A pesquisa em questão foi desenvolvida em um Colégio Estadual localizado na região Sul do município de Londrina – PR, durante os meses de setembro, outubro e novembro do ano de 2018, cujo o público foi uma turma de 24 estudantes do 2º ano do Ensino Médio.

A sequência didática cuja temática “Qual a química que você respira?” foi organizada e delineada nos três momentos pedagógicos (3MP) de Delizoicov e Angotti (1990), utilizando-se da perspectiva educacional CTSA. O uso desta metodologia contempla aspectos associados ao desenvolvimento dos conteúdos e contribui para a estruturação de uma SD em que ocorre a aproximação do conteúdo curricular ao cotidiano do aluno tendo em vista que sua estrutura contempla três etapas: a problematização inicial, a

organização do conhecimento e a aplicação do conhecimento (Delizoicov e Angotti, 1990).

Essa metodologia favorece uma educação dialógica, na qual o professor pode mediar as relações entre o conteúdo curricular que aluno estuda em sala de aula com a realidade de seu cotidiano, bem como um dos propósitos da perspectiva educacional CTSA.

A aplicação dessa metodologia proporciona ao aluno perceber que o conhecimento “[...] além de ser uma construção historicamente determinada, desde que apreendido é acessível a qualquer cidadão, que dele pode fazer uso” (Delizoicov e Angotti, 1990, p.25), e desta forma, ser transformado para o exercício da cidadania, por meio do aprimoramento do seu senso crítico, envolvendo-se com questões que necessitam ser solucionadas, para um bem maior, em comunidade.

Na estruturação da SD foram considerados diferentes recursos didáticos, como: análise de charges e notícias de jornal, vídeos, aula experimental, desenvolvimento do conteúdo com aulas expositivas e dialogadas e criação de histórias. A SD foi aplicada em 4 encontros presenciais de 2 horas/aulas cada, como segue na Tabela 1.

<b>Aulas</b>	<b>Etapas do Momento Pedagógico</b>	<b>Atividades</b>
Aula 1	Primeiro Momento pedagógico	-Apresentação do tema: "Qual a química que você respira?"; -Aplicação de questionário inicial; -Apresentação de slides; -Debate com charges; -Apresentação de vídeos.
Aula 2	Segundo Momento pedagógico	-Resgate do cotidiano dos alunos com questionamentos dirigidos; -Leitura de notícias em jornal; -Desenvolvimento dos conceitos científicos da Química; -Apresentação de vídeo; -Início da aula experimental
Aula 3	Segundo Momento pedagógico	- Finalização do conteúdo científico; -Resolução de exercício ao quadro; -Aplicação de questões dissertativas; -Finalização da aula experimental.
Aula 4	Terceiro Momento pedagógico	-Aplicação de questionário final; -Proposta de elaboração de uma história.

Tabela 1.- Desenvolvimento da Sequência Didática.

A pesquisa é de natureza predominantemente qualitativa, entretanto, aspectos quantitativos também foram considerados importantes para fundamentar os resultados obtidos. Nesta pesquisa serão consideradas as análises dos questionários inicial e final como instrumentos de coleta de dados. Assim, foi aplicado aos alunos um questionário inicial e um final

(Tabela 2), em que ambos possuem as mesmas perguntas, tendo em vista que o intuito foi avaliar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo de termoquímica e suas relações com o meio ambiente e a saúde e então verificar a evolução das respostas fornecidas por eles, ou seja, a apropriação dos conceitos científicos.

Questionário	
Questão 1	O que tem no ar que você respira?
Questão 2	O que é poluição atmosférica?
Questão 3	Quais as consequências da poluição atmosférica?
Questão 4	No seu cotidiano, em que situações você identifica a poluição atmosférica?
Questão 5	Qual a relação entre a Termoquímica/entalpia e a poluição atmosférica? Justifique.

Tabela 2.- Questionário inicial e final.

As análises quantitativas das respostas dos alunos referentes ao questionário inicial e final foram organizadas segundo o critério de palavras chaves, ou seja, aquelas citadas o maior número de vezes, e utilizou-se como ferramenta o software editor de planilhas Microsoft Excel. Para facilitar o entendimento, os questionários foram nominados conforme o tipo e o número da questão, como por exemplo: Questionário Inicial - questão 1: QI.1 até Questionário Inicial - questão 5: QI. 5. O mesmo padrão foi adotado para o Questionário Final.

Os dados qualitativos dos questionários inicial e final foram organizados de acordo com a análise de conteúdo de Bardin (2011), tendo em vista que esta metodologia de pesquisa é usada para descrever e interpretar o conteúdo de toda classe de documentos e textos. Segundo a autora (2011, p.118) "classificar elementos em categorias, impõe a investigação do que cada um deles tem em comum com outros. O que vai permitir o seu agrupamento, é a parte comum existente entre eles."

Para a análise qualitativa, com a finalidade de resguardar a identidade de cada aluno, os nomes verdadeiros foram omitidos e os estudantes foram enumerados de A1 a A24. Foi mantida a integridade das respostas, como a originalidade da escrita, e erros de linguística não foram considerados relevantes no âmbito desta pesquisa.

## Resultados

A QI.1, "*O que tem no ar que você respira?*" foi elaborada com o objetivo de compreender qual a percepção dos alunos em relação a composição do ar, tendo em vista que os gases presentes na atmosfera não são visíveis a olho nu. Nota-se, por meio da Figura 2, que 15% dos alunos identificaram apenas o componente oxigênio e 45% dos alunos, ou seja, aproximadamente a metade da sala, a presença dos gases oxigênio e gás carbônico na atmosfera. 10% citaram a presença de vários gases, entretanto não identificaram quais seriam e, cerca de 10%, citaram a palavra poluição. Apenas 10% indicaram a presença de organismos vivos como os vírus e as bactérias, além dos gases oxigênio e gás carbônico. E

apenas 10% destacaram a presença do vapor de água além de outros gases e as impurezas presentes na atmosfera.

Ao observar os resultados, foi possível inferir que, mesmo que os alunos tenham identificado a presença de alguns gases na atmosfera, quase a totalidade das respostas demonstraram um conhecimento fragmentado da composição do ar, evidenciado em trechos como:

A15: "Oxigênio, Gás Carbônico, poluição"

A16: "Oxigênio, Gás Carbônico, doenças e muitos outros gases, hélio"

A20: "Vários gases, vapor de água, impurezas"

A23: "Oxigênio, Gás Carbônico, poluição"

Entretanto, alguns alunos como o A15, o A20 e o A23, por exemplo, citaram as palavras poluição e impurezas indicando uma maior percepção das substâncias que são introduzidas na atmosfera. Nota-se na resposta do aluno A16, que citou a palavra doença, uma tentativa de expressar a presença de microrganismos patogênicos no ar.

Ao observar novamente a Figura 2, que descreve sobre a QF.1, 12% indicaram apenas a presença de gás oxigênio na atmosfera, 6% responderam oxigênio e gás carbônico, 23% indicaram a presença de sujeiras e vapor de água além de oxigênio e a grande maioria, cerca de 59%, responderam a presença de vários gases, fumaça, poluição e sujeiras particuladas.

Ao comparar as questões QI.1 e QF.1 nota-se que as respostas dos alunos continuaram sendo apresentadas de maneira fragmentada, pois não apontaram a presença de outros gases como o nitrogênio, hélio e argônio. Além disto, não houve resposta indicando a presença de microrganismos como anteriormente. Entretanto nota-se um aumento significativo das respostas que indicaram a presença de poluição, fumaças e sujeira particulada, demonstrando que os alunos compreenderam a presença destes materiais no ar.

Nas respostas dos alunos A2, A9 e A18 pode-se presumir que o termo sujeira particulada ou pequenas partículas escritas pelos alunos A2 e A18 referem-se à presença de material particulado, mencionado no primeiro momento pedagógico quando foi abordado sobre a composição do ar. O aluno A9, procurou enfatizar a origem da poluição ao mencionar fumaças dos carros e as queimadas além dos demais gases.

A2: "Vários gases, sujeira particulada e fumaça."

A9: "Tem oxigênio, gás carbônico, vários gases, tem tanta poluição e fumaças dos carros e as queimadas."

A18: "Oxigênio, pequenas sujeiras, vários gases, poluição."

A QI.2, "*O que é poluição atmosférica?*", foi formulada com a intenção de compreender se os alunos apresentavam o conhecimento de tal conceito. Na Figura 3 é possível perceber que 35% dos alunos citaram degradação das camadas, 25% poluição do ar, 20% acúmulo de substâncias tóxicas, e 20% gás que faz mal.





Figura 2.- Comparativo dos gráficos referentes as respostas do questionário inicial, questão 1 (QI.1) e do questionário final, questão 1 (QF.1).

Mediante análise das respostas, foi possível observar que os estudantes possuíam algum conhecimento a respeito do assunto, pois associaram a poluição do ar com a degradação das camadas atmosféricas, como foi o caso de A1 e A18.

A1: "Degradação das camadas que protegem a terra"

A18: "Degradação das camadas que protegem a terra dos raios ultravioletas"

Os alunos A5 e A20 vincularam a poluição com a presença de substâncias tóxicas presentes na atmosfera.

A4: "Tudo que vemos no dia a dia como, queimadas, fumaças de fábricas, o acumulo de substancias tóxicas na atmosfera"

A5: "É o acumulo de substancias tóxicas no ambiente, principalmente gás carbônico"

A20: "São substâncias toxicas e químicas"

A resposta do aluno A16 se destacou dentre as demais devido à associação pertinente entre a poluição atmosférica e os efeitos no meio ambiente e na saúde, pois retratou a temática desta pesquisa.

A16: "São todos os gases que fazem mal para a saúde ou até mesmo que não faça tanto mal para as pessoas, mas também para o meio ambiente"

A Figura 3 também representa a análise da QF.2, em termos de porcentagem. É possível perceber que, diferentemente da QI.2, na QF.2 cerca de 62% dos estudantes associaram o conceito de poluição ao fator humano e 19% ao fator humano e às causas naturais. Isso ocorreu provavelmente pelo fato de ter sido abordado, no primeiro momento pedagógico, sobre os tipos de fontes de poluição (natural ou antropogênica e estacionária ou difusa). Outra diferença notável foi em relação ao termo científico nocivo que significa causa algum dano ou é prejudicial, que anteriormente não foi citado nas respostas e que foi descrito nesta questão.

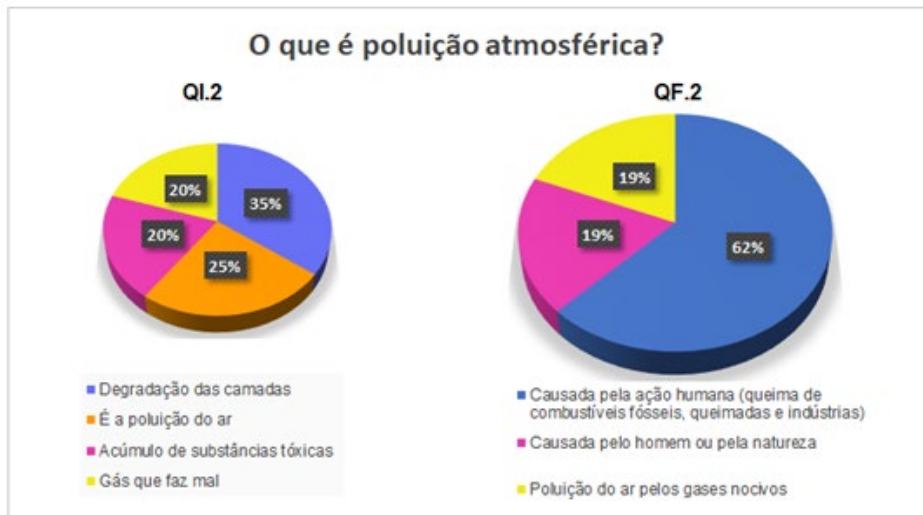


Figura 3.- Comparativo dos gráficos referentes as respostas do questionário inicial, questão 2 (QI.2) e do questionário final, questão 2 (QF.2). (Fonte: Elaborada pelo autor)

As respostas dos alunos A9, A10, A11 e A19 foram transcritas abaixo.

A9: "Poluição atmosférica é danos causado pelo homem poluindo o meio ambiente, fumaça, queimadas, fábricas, etc, mais também tem as que é causada pela natureza."

A10: "É a introdução do homem direta e indiretamente de substâncias nocivas na atmosfera."

A11: "Poluição atmosférica se dá pelo aumento da quantidade de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) que acentua o efeito estufa e contribui para o aquecimento global."

A19: "Poluição atmosférica é a poluição liberada por carros e indústrias as e vezes por acontecimentos naturais, como queimadas."

Para verificar as concepções dos alunos a respeito das consequências da poluição atmosférica, foi proposta a QI.3, com a seguinte questão "Quais as consequências da poluição atmosférica?". O gráfico apresentado na Figura 4 aponta as principais palavras-chaves destacadas pelos alunos em que 44% citaram buracos na camada de ozônio, 22% aquecimento global, ou seja, cerca de 66% dos alunos relacionaram com a questão ambiental, 28% relacionaram ao fator problemas na saúde, e 6% não souberam correlacionar a poluição do ar com as suas consequências.

Nas respostas dos alunos A7 e A19, foi possível perceber alguma semelhança em relação à construção dos conceitos. O aluno A7 se referiu ao aquecimento global de maneira indireta, pois citou consequências como aumento da temperatura da terra, derretimento das calotas polares e aumento do nível de água, já o aluno A19 utilizou o termo científico aquecimento global. Ambos alunos, portanto, relacionaram as consequências da poluição do ar com o meio ambiente.

A7: "A degradação das camadas no ar permitindo que a radiação do sol entre mais fácil aumentando a temperatura da terra e derretendo as calotas polares e aumentando o nível de água"

A19: "As conseqüências são a entrada de raios de sol pelo buraco criado nas camadas fazendo com que ocorra o aquecimento global"

O aluno A17 ao expressar sobre a dificuldade em se respirar como uma das conseqüências da poluição do ar correlacionou de maneira simplória o conteúdo científico ao seu cotidiano.

A17: "Fica difícil de respirar, causa problemas na saúde, causa doenças etc."

A Figura 4 apresenta os resultados da QF.3. Do total, 39% relacionaram as conseqüências da poluição ao fator saúde, 22 % ao fator ambiental, como efeito estufa, chuva ácida, queimadas, aquecimento global, e derretimento das calotas polares e 39% a ambos fatores, saúde e ambiental, queimadas, chuva ácida, efeito estufa e problemas respiratórios. Em comparação ao QI.3, no QF.3 não houveram respostas do tipo não sei. Ademais, foi possível notar que as respostas fornecidas pelos estudantes se apresentaram de forma mais completa e com o uso de termos científicos mais consolidados como efeito estufa, chuva ácida, aquecimento global e derretimento das calotas polares.

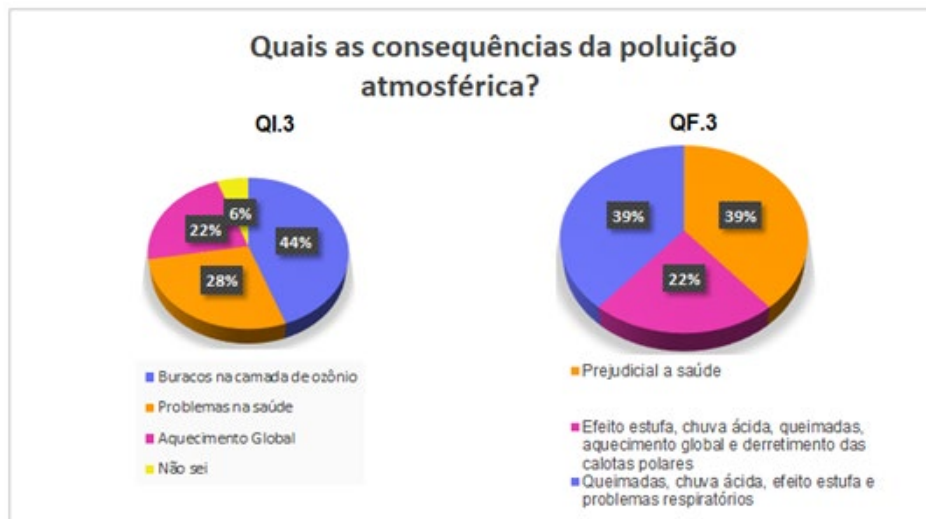


Figura 42.- Comparativo dos gráficos referentes as respostas do questionário inicial, questão 3 (QI.3) e do questionário final, questão 3 (QF.3).

Ao analisar as respostas dos alunos A1, A2, A6 e A10 foi possível constatar, de maneira geral, que os alunos ampliaram suas percepções a respeito da extensão das conseqüências da poluição atmosféricas ao citarem em conjunto os efeitos na saúde e no meio ambiente.

A1: "É prejudicial à saúde porque todo o ar poluído nós respiramos e prejudica o pulmão."

A2: "Devido a poluição pode haver doenças respiratórias."

A6: "Superaquecimento do planeta, descongelamento das geleiras, mortes de algumas espécies de seres vivos."

A10: "Queimadas, chuva ácida, efeito estufa, a morte de animais através da chuva ácida problemas respiratórios."

A questão QI.4, "No seu cotidiano, em que situações você identifica a poluição atmosférica?", foi proposta aos alunos para que eles relacionassem os conceitos científicos com experiências já vivenciadas. Desta forma, na Figura 5 foram destacadas, em porcentagem, as palavras-chaves manifestadas por eles. Cerca de 66% dos alunos indicaram as situações de queimadas e fumaças de indústrias e automóveis, 22% associaram com mudanças climáticas, 6% escreveram que não sabiam e 6% deixaram a questão em branco, ou seja, não responderam.

As respostas dos alunos A4, A15 e A21 revelam que os principais exemplos de fontes de poluição atmosférica perceptíveis no cotidiano deles são os automóveis e as indústrias. O aluno A16 destacou ainda exemplos que acontecem dentro de sua própria casa, como a queima de gás para a utilização do fogão e fumantes.

A4: "Queimadas, a fumaça que sai de automóveis, e de grandes fábricas."

A15: "Nos gases liberado pelo escapamento dos veículos e pelo forte calor que "sentimos."

A16: "Em quase tudo desde dentro de casa ligando o fogão e também os carros pela rua, pessoas fumando ou até mesmo botando fogo em alguma coisa na rua etc. e também no tempo muito quente."

A21: "Quando os carros liberam aquela fumaça, ou quando está muito calor e ao invés de céu estar azulzinho, ele fica esbranquiçado."

O gráfico representado na Figura 5 apresenta os resultados da QF.4 em comparação ao QI.4. Anteriormente, cerca de 12% dos alunos deixaram a questão em *branco* ou responderam não sei quando questionados sobre identificar a poluição atmosférica no cotidiano. Entretanto, após a aplicação da sequência didática cujo viés é em CTSA, todos os alunos foram capazes relacionar a poluição atmosférica a alguma situação do seu cotidiano como a emissão de gases de carros e indústrias ou calor excessivo ou ainda aos lixões e aos desmatamentos.

A QI.5 foi elaborada com a intenção de verificar se os alunos seriam capazes de associar o conteúdo científico de termoquímica com a poluição atmosférica. Por meio da Figura 6 fica claro que quase a totalidade dos alunos deixaram a questão em branco (90%) ou responderam não sei (5%). Apenas 5% responderam que a relação seria o calor.

Nota-se na resposta do aluno A10 que houve a relação do conteúdo de termoquímica com a poluição do ar por meio da expressão variação da quantidade de calor envolvida nas reações químicas.

A10: "Uma relação de liberação de calor por que entalpia é a variação da quantidade de calor envolvida nas reações químicas."

A Figura 6 aponta os resultados das respostas da QF.5. Em especial pode-se destacar a diferença em relação às porcentagens das respostas entregues em branco pelos alunos no questionário inicial em relação ao final. Cerca de 65% foram capazes de relacionar, ainda que de forma sucinta, com o calor. 21% se utilizaram das definições de termoquímica e de entalpia para fazer a relação com a poluição atmosférica. 21% deixaram a questão em branco e 5% associaram à temperatura.

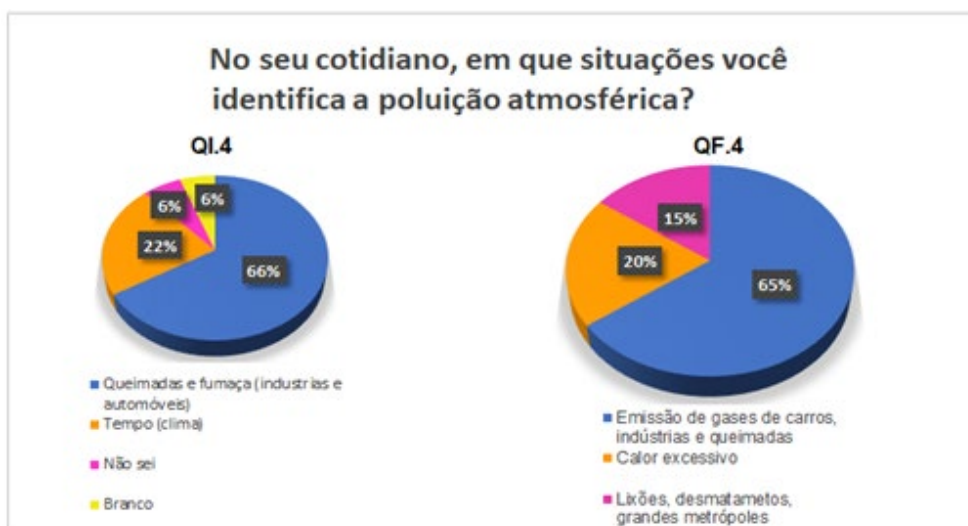


Figura 5.- Comparativo dos gráficos referentes as respostas do questionário inicial, questão 4 (QI.4) e do questionário final, questão 4 (QF.4).

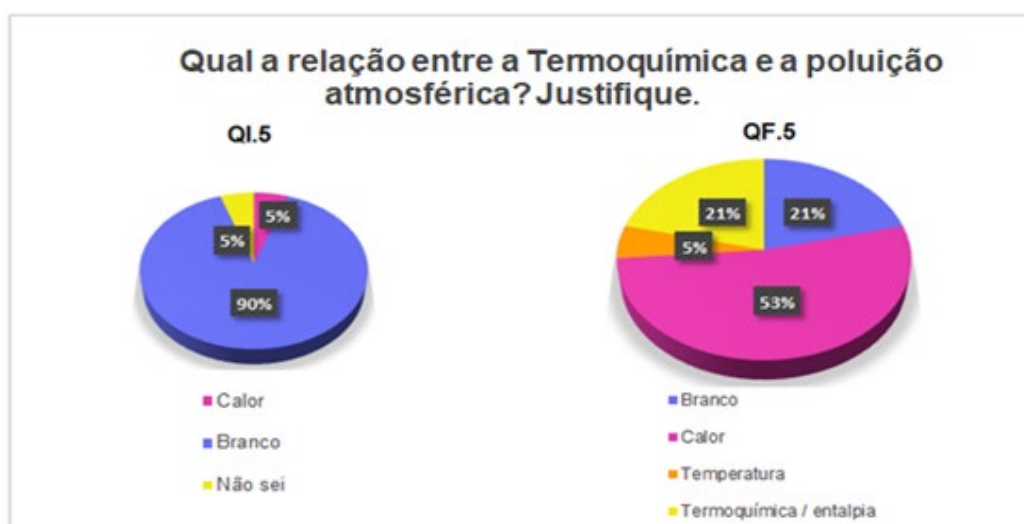


Figura 6.- Comparativo dos gráficos referentes as respostas do questionário inicial, questão 5 (QI.5) e do questionário final, questão 5 (QF.5).

Por meio da análise das respostas dos alunos A10, A12, A19 e A22 nota-se a correlação conceitual da termoquímica com as consequências da poluição do ar, como o aumento de temperatura, e sensação de calor, devido ao aumento da concentração dos gases na atmosfera, principalmente expressas por justamente uma reação química que envolve o calor, e envolvem trocas de calor que ocorrem durante uma reação química ou ainda em ambas estudam o calor.

A10: "É o ramo da química que estuda o calor envolvido nas reações químicas por meio da absorção ou liberação de energia e a poluição é justamente uma reação química que envolve o calor."

A12: "A entalpia faz parte da termoquímica que estuda os princípios da termoquímica que envolvem as trocas de calor que ocorrem durante uma reação química"

A19: "Ambas estudam o calor. Termoquímica: estuda o calor envolvido nas reações químicas. Entalpia: é a variação da quantidade de calor envolvida nas reações químicas."

A22: "A relação entre as duas é o calor."

De maneira geral, a partir da aplicação do questionário inicial foi possível constatar que a maioria dos alunos identificaram apenas a presença de gás oxigênio e gás carbônico na atmosfera, e poucos foram aqueles que citaram poluição e/ou a presença de microrganismos. Além disto, eles descreveram sucintamente sobre as consequências da poluição do ar em relação ao meio ambiente e à saúde e identificaram em seu cotidiano algumas fontes de poluição como os automóveis e as indústrias. Entretanto, quando questionados sobre a relação do conteúdo curricular de termoquímica com a geração de poluição atmosférica, um número expressivo de alunos não foi capaz de responder.

Guimarães (2009, p.199) diz que "se a pretensão do educador é ensinar significativamente, basta que este avalie o que o aluno já sabe e então ensine de acordo com esses conhecimentos". A aplicação do questionário inicial para os alunos, normalmente, tem como objetivo avaliar os conhecimentos prévios por eles adquiridos por experiências vivenciadas no cotidiano ou ainda por aprendizagens na escola.

Nesta perspectiva o professor, ao elaborar o questionário inicial, espera que o aluno seja capaz de organizar e expor suas ideias sobre determinado tema, independentemente de os conceitos estarem corretos ou não, pois será a partir disto que acontecerá a reconstrução de conceitos em conceitos científicos.

De acordo com Vigotski, o aprendizado, faz parte do desenvolvimento humano e está intrinsecamente vinculado às interações entre os indivíduos e suas vivências (Vilaça et al. 2018). Ao observar a comparação quantitativa entre os questionários QI e QF e também o corpo das respostas argumentadas pode-se inferir que o ensino utilizando os preceitos de CTSA possibilitou aos estudantes associar suas experiências do cotidiano ao conhecimento científico ressignificando alguns conceitos trabalhados na SD. Aikenhead (2009), presumia este benefício ao enfatizar que no ensino de ciências nos pressupostos de CTSA, o conteúdo de ciência tradicional é certamente ensinado, mas os alunos aprendem este conteúdo constantemente associando-o com seu mundo cotidiano [tradução nossa].

### **Conclusão**

A sequência didática estruturada nos moldes dos 3MP com perspectiva CTSA no contexto escolar oportunizou um ambiente de reflexão a partir da observação das relações dinâmicas entre os elementos ciência, tecnologia, sociedade e ambiente que compõe CTSA e a construção dos conceitos científicos.

Ainda que os alunos tenham demonstrado algum conhecimento prévio do conteúdo, comprovado pela análise do questionário inicial, constatou-se dificuldades em expressar conceitos científicos e associá-los ao cotidiano. Logo, a partir da análise comparativa entre os questionários inicial e final notou-se uma evolução na relação entre a construção dos conceitos

científicos e a aproximação da Ciência aplicada no seu cotidiano. Na teoria sociointeracionista Vigotski (2001) destaca ainda que os conceitos científicos não são transmitidos diretamente para os alunos e a aprendizagem destes não faz desaparecer os conceitos cotidianos, eles são “incorporados e superados pelos científicos”.

É notória, portanto, a importância de se utilizar metodologias de ensino-aprendizagem que tenham como principal foco a contextualização e a apresentação de uma problematização com situações do cotidiano e que favoreçam o pensamento reflexivo e crítico do aluno, tornando-o capaz de aplicar o conhecimento científico em seu dia a dia.

Diante das considerações apresentadas pode-se inferir que a SD foi promissora para o ensino de termoquímica na perspectiva CTSA visto que, por meio das análises dos dados quantitativos e qualitativos, foi constatado que os estudantes foram capazes de relacionar conceitos de Química trabalhados nesta sequência didática aos efeitos da poluição atmosférica e na saúde, aprimorando, portanto, a construção dos conceitos científicos.

### **Referências bibliográficas**

- Aikenhead, G. (2005). Research into STS science education. *Educación Química*, 16, 384-397.
- Aikenhead, G. (2009). *What is STS Science Teaching? Theory into Practice*, 31, 27-35.
- Bardin, L. (2011). *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Edições 70.
- Collingridge D. (1989). Incremental decision making in technological innovations: What role for science?, *Science, technology and human values*, 14(2), 141 – 162.
- Delizoicov, D. Angotti, J. A. (1990). *Física*. São Paulo: Editora Cortez.
- Guimarães, C. C. (2009). Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. *Química Nova na Escola*, 31, 198-202.
- Moretti, A. A. S. (2019). *Termoquímica e a poluição atmosférica: um estudo na perspectiva CTSA*. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, Paraná, Brasil.
- Oliveira, J. R. S. (2010). A Perspectiva Sócio histórica de Vigotski e suas Relações com a Prática da Experimentação no Ensino de Química. *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 3, 25-45.
- Vigotski. L. S. (2001). *A Construção do Pensamento e da Linguagem*. 2º tiragem. São Paulo: Editora Martins Fontes.
- Vigotski. L.S. (2007). *A Formação Social da Mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. 7. ed. São Paulo: Editora Martins Fontes.
- Vilaça, A. P. V. Almeida, D. P., Fernandes, S. B. S. (2018). Ensino de química numa abordagem sociointeracionista. *V Congresso Nacional de Educação*. Fortaleza, Ceará, Brasil.