



## O QUESTIONAMENTO COMO ESTRATÉGIA PROMOTORA DE CAPACIDADES DE PENSAMENTO CRÍTICO POR MEIO DE UMA OFICINA TEMÁTICA SOBRE COMBUSTÍVEIS

Ananda Jacqueline Bordoni

Marcelo Pimentel da Silveira

99

### RESUMO

Este trabalho se trata de uma investigação sobre o potencial do questionamento como estratégia de ensino e de aprendizagem para a promoção de capacidades de pensamento crítico. O estudo visa analisar o potencial de uma oficina temática sobre combustíveis em desenvolver capacidades de pensamento crítico nos alunos. Utilizamos como base metodológica a pesquisa qualitativa, do tipo participante, para a coleta de dados empíricos. Foi realizada uma oficina com oito turmas do terceiro ano do Ensino Médio, totalizando 123 alunos. Analisamos os dados referentes aos questionários da oficina, que foram respondidos pelos participantes à luz da Taxonomia de Ennis e dos referenciais teóricos do pensamento crítico. Os resultados indicam um potencial positivo significativo em relação às capacidades esperadas, como tomada de decisão e reflexão. Concluimos que a estratégia do questionamento, por meio de uma oficina temática de Química, pode desenvolver capacidades de pensamento crítico nos alunos.

### Palavras-Chave

Ensino de Química; Capacidades de pensamento; Oficina temática; Questionamento.

## EL CUESTIONAMIENTO COMO ESTRATEGIA PARA PROMOVER CAPACIDADES DE PENSAMIENTO CRÍTICO A TRAVÉS DE UN TALLER TEMÁTICO SOBRE COMBUSTIBLES

### RESUMEN

*Este trabajo es una investigación sobre el potencial del cuestionamiento como estrategia de enseñanza y aprendizaje para promover habilidades de pensamiento crítico. El estudio tiene como objetivo analizar el potencial de un taller temático sobre combustibles en el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en los estudiantes. Utilizamos una investigación cualitativa de tipo participante como base metodológica para recopilar datos empíricos. Se realizó un taller con ocho promociones de tercer año de secundaria, con un total de 123 estudiantes. Analizamos los datos referentes a los cuestionarios del taller, que fueron respondidos por los participantes a la luz de la Taxonomía de Ennis y los referentes teóricos del pensamiento crítico. Los resultados indican un importante potencial positivo en relación con las capacidades esperadas, como la toma de decisiones y la reflexión. Concluimos que la estrategia de cuestionamiento, a través de un taller con temática de Química, puede desarrollar habilidades de pensamiento crítico en los estudiantes.*

**Palabras clave**

*Enseñanza de la química; Habilidades de pensamiento; Taller temático; Interrogatorio.*

## QUESTIONING AS A STRATEGY TO PROMOTE CRITICAL THINKING SKILLS THROUGH A THEMATIC WORKSHOP ON FUELS

**ABSTRACT**

*This work is an investigation into the potential of questioning as a teaching and learning strategy to promote critical thinking skills. The study aims to analyze the potential of a themed workshop on fuels in developing critical thinking skills in students. We used qualitative, participant-type research as a methodological basis to collect empirical data. A workshop was held with eight third-year high school classes, totaling 123 students. We analyzed the data referring to the workshop questionnaires, which were answered by the participants in the light of Ennis' Taxonomy and the theoretical references of critical thinking. The results indicate a significant positive potential in relation to expected capabilities, such as decision-making and reflection. We conclude that the questioning strategy, through a Chemistry themed workshop, can develop critical thinking skills in students.*

**Key Words**

*Chemistry teaching; Thinking skills; Thematic workshop; Questioning.*

### 1 INTRODUÇÃO

Torna-se cada vez mais importante que os cidadãos tenham a capacidade de tomar decisões e resolver problemas que afetam suas vidas diárias, além de saber lidar com as constantes mudanças tecnológicas e os crescentes problemas ambientais que afetam a sociedade contemporânea. Diante desse cenário, como podemos formar cidadãos capacitados para agir como sujeitos ativos e autônomos, capazes de decidir sobre questões importantes, tanto nos âmbitos pessoal quanto coletivo?

Aikenhead (2009) afirma que o foco principal para a aprendizagem dos alunos deve ser o exercício da cidadania, associado à valorização de sua cultura no processo de compreensão da educação científica. Além disso, Vieira (2003) enfatiza a importância de romper com a visão da Ciência descontextualizada, ou seja, desligada da tecnologia e da sociedade. Portanto, o ensino deve ser voltado à ação dos alunos, tendo em vista o desenvolvimento do pensamento crítico (PC) como preparação para que participem efetivamente da tomada de decisões democráticas (Vieira, 2003).

Atualmente, existem diversos estudos sobre o PC, de diferentes frentes de abordagem das teorias, o que, de acordo com Vieira (2003), torna o termo polissêmico. Mas, segundo o



autor, todas as definições convergem para o papel que ele pode exercer na vida cotidiana dos indivíduos. Dessa forma, adotamos nesta pesquisa a definição de PC de Tenreiro-Vieira e Vieira (2021), pois são autores contemporâneos que vêm pesquisando sobre PC há quase 30 anos. Em seu entendimento, o PC está focado na avaliação de comunicação e ações, e, portanto, a reflexão e a ética estão envolvidas. Os autores caracterizam o PC em quatro dimensões ou componentes, que são: capacidades, critérios/normas, disposições/atitude e conhecimentos. E há alguns termos-chave que definem o termo, como racionalidade, avaliação e reflexão.

No âmbito do ensino de Ciências, têm sido crescentes as pesquisas que indicam a importância da inserção de estratégias mobilizadoras do PC na escola, como os trabalhos de Bordoni, Silveira e Vieira (2022; 2020), Tenreiro-Vieira e Vieira (2021), Pires, Henrich Junior e Moreira (2018) e Tenreiro-Vieira e Vieira (2013). Os pesquisadores mencionados argumentam que, além de propiciar a formação para a cidadania do aluno, o PC também é capaz de fomentar a formação continuada dos professores e a produção de material didático intencional para esse fim.

No que diz respeito ao ensino de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e PC, há vários trabalhos relevantes que merecem destaque, entre os quais podemos citar os estudos de Tenreiro-Vieira e Vieira (2016) e Bordoni (2022), que abordam a importância da formação e do desenvolvimento do PC nos alunos. Esses estudos mostram que o desenvolvimento do PC é essencial para que os alunos compreendam e dominem não apenas as capacidades de pensamento, mas também os conhecimentos científicos. Martins e Vieira (2010) enfatizam que o ensino de Ciências com base nas relações CTS e PC pode contribuir para melhorar a compreensão dos alunos sobre determinado assunto científico.

No entanto, pesquisas como a de Vieira e Tenreiro-Vieira (2014) apontam que as estratégias de ensino e de aprendizagem que enfocam claramente o PC ainda são insuficientes e, muitas vezes, inacessíveis ou inadequadas para a realidade dos alunos. Por isso, é importante discutir a respeito do tema e produzir materiais didáticos que tenham a finalidade de mobilizar as capacidades de PC dos alunos.

Diante desse cenário, este trabalho, que se trata de um recorte de uma pesquisa de mestrado, aborda a estratégia do questionamento em uma oficina temática de Química, planejada para promover a mobilização das capacidades de PC dos alunos. É necessário que



os professores e educadores estejam preparados para utilizar estratégias que favoreçam o desenvolvimento do PC, tornando o processo de ensino e de aprendizagem efetivo.

## **2 CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA: O QUESTIONAMENTO COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO E DE APRENDIZAGEM MOBILIZADORA DO PC**

102

De acordo com Vieira e Tenreiro-Vieira (2005), a estratégia do questionamento é amplamente utilizada em todos os níveis da educação e é considerada uma das competências básicas para o ensino e a aprendizagem. Os autores definem o questionamento como uma estratégia de ensino que objetiva o alcance de determinadas competências de aprendizagem, em que o professor formula questões com diferentes finalidades. Para Behrens (2013), ao utilizar o questionamento como estratégia, o professor deve assumir o papel de mediador e promover o diálogo para despertar a curiosidade, interesses e dúvidas dos alunos.

Mas como essa estratégia se relaciona com o PC? Questionar é uma estratégia fundamental para desenvolver o PC, pois estimula a análise profunda e a reflexão sobre um determinado assunto. Quando questionamos, não nos limitamos a aceitar informações prontas, tornando-nos mais conscientes de nossas crenças e valores, o que permite que analisemos diferentes perspectivas e argumentos. Além disso, ao questionar, somos capazes de identificar contradições e inconsistências em um argumento, o que nos leva a formular nossas próprias conclusões e a avaliar criticamente as informações que recebemos. Em resumo, o questionamento nos permite aprimorar nosso PC, à medida que conseguimos analisar, avaliar e formular argumentações fundamentadas sobre diversos assuntos.

Dessa forma, torna-se imprescindível, para o desenvolvimento do PC, com base no questionamento, que as atividades e questões sejam planejadas com esse objetivo. Em relação à promoção das capacidades do PC, Neri de Souza e Rodrigues (2014) afirmam que não se pode resumi-las apenas às estratégias de questionamento e argumentação, mas, sem elas, é improvável que as capacidades de PC sejam completamente mobilizadas.

De acordo com Silva, Bertoldo e Wartha (2021), o tipo de questionamento deve ser considerado durante a condução de uma atividade, e a questão feita ao aluno deve estar relacionada ao que se espera dele. É importante levar em conta a forma de reflexão ou a estratégia de resolução de problemas a ser realizada. Os autores também destacam a utilizar o questionamento.



Vieira e Tenreiro-Vieira (2005) destacam que a literatura sobre o questionamento e seus elementos apresenta diversas tipologias, sistemas ou taxonomias de questões. A classificação das questões é comumente realizada por meio de tipologias ou quadros conceituais, os quais fornecem um esquema conceitual para a formulação de perguntas. Nessa mesma linha, Ferraz e Belhot (2010) discutem as diversas vantagens de se utilizar uma taxonomia no ensino, como fornecer uma base para o desenvolvimento de instrumentos de avaliação e para a utilização de estratégias de ensino e aprendizagem, com vistas a avaliar e estimular o desempenho dos alunos na aquisição de conhecimento.

Ainda sobre as taxonomias, Tenreiro-Vieira e Vieira (2000) afirmam que existem diferentes quadros conceituais ligados ao PC, mas um não se opõe ao outro. Na maioria desses quadros, é possível encontrar capacidades de PC bastante semelhantes ou complementares entre si. Kennedy, Fisher e Ennis (1991) ressaltam as diferenças entre os quadros conceituais e teóricos, mas afirmam que ambos têm a finalidade de orientar o planejamento para a tomada de decisão e para as demais capacidades de PC. No entanto, para que os alunos dominem as capacidades de PC e tomem decisões a respeito de questões relacionadas a um determinado tema, é necessário que se apropriem do conhecimento científico.

Um quadro teórico importante para a mobilização das capacidades de PC é a Taxonomia de Ennis (1987). De acordo com Vieira (2003), ela é definida como uma operacionalização minuciosa, que organiza de forma clara as capacidades e disposições do PC em cinco áreas básicas: clarificação elementar, suporte básico, inferência, clarificação elaborada e estratégias e táticas. Em cada área, estão operacionalizadas capacidades inerentes ao PC<sup>1</sup>.

Nesta pesquisa, cujo objetivo é compreender o potencial de uma oficina temática de Química para a promoção das capacidades de PC, foi realizada uma análise a partir do quadro teórico da Taxonomia de Ennis (1987). Discutiremos, assim, o uso do questionamento como estratégia de ensino e de aprendizagem, com base em questões presentes em três questionários aplicados na oficina. A questão que norteia esta pesquisa é: Qual o potencial do questionamento, em uma oficina temática de Química, como estratégia mobilizadora do PC nos alunos?

---

<sup>1</sup> Por se tratar de um quadro muito extenso, não será abarcada, nesta pesquisa, cada área inerente ao quadro da taxonomia de Ennis. Ele, em sua totalidade, pode ser encontrado em diversos trabalhos da área, como em Ennis (1987); Vieira (2003); Bordoni (2018).



### 3 METODOLOGIA

A pesquisa é de natureza qualitativa, do tipo participante (Brandão; Borges, 2007), uma vez que o pesquisador esteve presente e participou da aplicação das oficinas temáticas. Buscaremos analisar qualitativamente os dados das questões respondidas pelos alunos durante toda a oficina. Nesta seção, são abordados aspectos da trajetória percorrida, com o objetivo de identificar as capacidades de PC que as questões podem mobilizar quando os alunos as respondem, com base nos questionamentos presentes na oficina temática intitulada “Combustíveis: a Química em movimento”. Essa oficina foi ofertada para alunos do Ensino Médio (EM) de escolas da rede pública e privada do Estado do Paraná, por meio de um Projeto de Extensão que recebe os alunos do ensino básico na universidade. A aplicação da oficina teve duração de aproximadamente 3 horas. É importante ressaltar que foi uma atividade fora do contexto da escola.

A oficina tem como questão-problema: Qual é o melhor combustível para abastecer um carro *flex*: etanol ou gasolina? Ela é compreendida como uma abordagem temática que busca discutir conhecimentos científicos de Química, assim como aspectos econômicos, ambientais e de consumo relacionados à escolha consciente de um combustível. Isso exige que se considerem aspectos que transcendem os conhecimentos científicos da disciplina.

O desenvolvimento da oficina ocorreu em três etapas: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento, de acordo com os pressupostos teóricos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) sobre os três momentos pedagógicos. O Quadro 1 ilustra as atividades desenvolvidas em cada etapa.

#### Quadro 1

Resumo das atividades que constituíram a oficina de combustíveis.

<b>Etapas</b>	<b>Atividades</b>
1ª Etapa: Problematização inicial	Questionário inicial; Questão-problema: Qual o melhor combustível para abastecer um carro <i>flex</i> : etanol ou gasolina?
2ª Etapa: Organização do conhecimento	Questionário pré-laboratório; Experimento da queima dos combustíveis; Questionário pós-laboratório; Discussão dos conceitos químicos, ambientais e sociais.
3ª Etapa: Aplicação do conhecimento	Atividade dos Mitos e Verdades; Retomada da questão-problema.

Nota: Adaptado de Bordoni (2018).



Neste trabalho, foram analisadas as questões que constituem o questionário inicial (1ª Etapa) e o questionário pré e pós-laboratório (2ª Etapa). Cabe ressaltar que a oficina foi aplicada de forma presencial, tendo sido transcritos todos os dados coletados. As questões referentes a cada questionário serão apresentadas posteriormente, ao longo da discussão dos resultados obtidos.

As aplicações da oficina temática em foco foram realizadas com alunos do terceiro ano do ensino médio, provenientes de oito escolas diferentes (seis públicas e duas privadas), totalizando 123 participantes: 81 de escolas do setor público e 42 de escolas do setor privado. Eles foram recebidos no laboratório de Química da instituição de ensino superior do norte do Paraná, como parte do Projeto de Extensão Laboratório Aberto de Oficinas Temáticas de Química. O *corpus* da pesquisa consistiu nas respostas dos alunos às nove questões que compunham os questionários inicial, pré e pós-experimento.

Para a análise dos dados, as respostas foram agrupadas de acordo com cada questão e analisadas com base no quadro da Taxonomia de Ennis (1987), a fim de avaliar se apresentavam indicadores de mobilização das capacidades de PC. Ou seja, com base no quadro da Taxonomia de Ennis, foram identificadas as capacidades de PC para cada questão, e, por meio da análise das respostas, foi avaliado se essas capacidades foram mobilizadas pelo questionamento. Por exemplo, se a pergunta buscava mobilizar a capacidade de relatar um significado, buscamos esse indicador nas respostas dos alunos. O quadro da Taxonomia de Ennis (1987) foi utilizado para dar suporte ao planejamento da atividade de formulação da oficina temática, pois, como afirmam Vieira e Tenreiro-Vieira (2005), essa taxonomia é uma das mais utilizadas e tem demonstrado eficácia na produção de materiais didáticos. Isso, porque o professor pode planejar suas atividades com base nas características inerentes ao PC. É importante destacar que, por meio da oficina temática de Química, com base em Vieira (2003) e Bordoni (2018), a avaliação da mobilização das capacidades de PC pelos alunos foi realizada com base nas ações de PC que desempenharam. Isso significa que pensar criticamente sobre a escolha de um bom combustível envolve saber o que é um combustível, compreender suas propriedades químicas, como ele é produzido e levar em conta as questões ambientais, sociais e econômicas relacionadas ao seu ciclo de produção. Um aluno, ao ter suas capacidades de PC mobilizadas, poderia não escolher, em um caso hipotético, um combustível apenas com base no preço, mas considerar os aspectos ambientais, sociais etc. para tomar



uma decisão mais informada. Foram analisadas e discutidas todas as respostas dos alunos aos três questionários aplicados nas três etapas da oficina. Para preservar a identidade dos alunos, foram utilizadas codificações nas respostas, sendo estes identificados como 1, 2, e assim sucessivamente. As oito escolas envolvidas foram denominadas de A a H. Assim, A1 é o aluno 1 da escola A, B1 é o aluno 1 da escola B, e assim por diante.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para clarificar os resultados, os dados obtidos para cada questionário analisado serão discutidos separadamente. Serão apresentadas as questões e as capacidades de PC objetivadas, juntamente com o resultado quantitativo das respostas, que evidenciaram ou não a mobilização da capacidade de PC esperada.

##### 4.1 Questionário inicial

O questionário inicial, contendo quatro questões, representou o primeiro contato do aluno com a oficina, e esperamos que suas respostas sejam baseadas em suas concepções prévias sobre a temática. Nesse momento da oficina, os questionamentos e as capacidades objetivadas buscam esclarecer a problemática. Portanto, intentamos que as respostas indiquem a mobilização de capacidades, como apontar exemplos, relatar significados e justificar aquilo que está sendo dito.

Recebemos o total de 492 respostas dos 123 participantes, que foram analisadas de acordo com as capacidades de PC esperadas e a área do quadro da Taxonomia de Ennis (1987). Conforme Vieira (2003)<sup>2</sup> indica, fundamentar as questões com base nessas capacidades permite avaliar o potencial da atividade para a promoção do PC no aluno, pois o planejamento permite avaliar o pé elaborado com capacidades intencionalmente planejadas pelo professor.

O Quadro 2 apresenta as questões do questionário inicial e os resultados obtidos.

---

<sup>2</sup> Por mais que seja uma referência antiga, torna-se oportuno discutir os resultados baseando nessa tese, pois de forma sistemática, Vieira (2003) discute questões com perfis parecidos com o dessa pesquisa.





**Quadro 2**

Capacidades de PC esperadas para cada questão do questionário inicial e os resultados obtidos.

Questões	Capacidades de PC	Apresentou a capacidade esperada		Indicador para o desenvolvimento da capacidade
		Sim	Não	
O que vocês entendem por combustíveis?	Estratégia de definição do ato de relatar um significado	117	6	Explicar a compreensão deles em torno do que seria um combustível. Exemplo de resposta: A14: “Uma substância que sofre combustão para liberar energia necessária para um automóvel andar, por exemplo”
Dê exemplos de combustíveis que vocês conhecem	Responder a uma questão de desafio, exemplificando a compreensão que tem do assunto	122	1	Apontar exemplos de materiais que eles entendem como sendo combustíveis. Exemplo de resposta: B11: “Gasolina, etanol, querosene, gás natural”
Dentre os combustíveis que vocês elencaram, quais podem ser utilizados nos carros? Explique quais são as principais características dos combustíveis.	Induzir ou avaliar induções, do tipo de generalizar a tipificação de dados	91	32	Apresentar, com base dos exemplos dados na questão anterior, os combustíveis que podem ser utilizados nos automóveis. Exemplo de resposta: H5: “Etanol e gasolina. O alto potencial de queima (combustão) e a presença de carbono e hidrogênio em sua fórmula”
O que significa dizer que um carro é flex?	Responder a uma questão de desafio ao conseguir dar significado a um termo	109	14	Explicar a compreensão dos alunos sobre o que seria um carro flex. Exemplo de resposta: A14: “Um carro é flex quando tanto faz o combustível (álcool ou gasolina) ele vai funcionar dos dois modos, o motor creio que seja programado para receber tanto um quanto o outro”.

Nota: Adaptado de Bordoni (2018).

Por meio dos resultados obtidos, identificamos que os alunos chegam à oficina com a capacidade de dar exemplos a respeito de combustíveis, à medida que, ao longo do processo



de aprendizagem, atribuem significados sobre a compreensão dos combustíveis, tanto na escola como em outros espaços.

Assim, a primeira questão — “O que vocês entendem por combustíveis?” — teve como foco principal mobilizar as capacidades de definir e avaliar, presentes no quadro da Taxonomia de Ennis (1987), na área de clarificação elaborada. Essa área abrange as capacidades de definir termos e avaliar definições, assim como identificar razões e reconstruir argumentos. Portanto, se os estudantes, ao responderem à questão do questionário inicial, tentaram definir o que entendem, isso significa que as respostas indicaram habilidades de PC de outra área básica — a área da clarificação elaborada.

Após a análise das 123 respostas, verificamos que 117 alunos mobilizaram a capacidade de relatar um significado. Para exemplificar a mobilização da capacidade de definir, destacamos a resposta do aluno A14, que apresentou conceitos relacionados à combustão e à energia, demonstrando que consegue definir o significado de combustíveis a partir de suas compreensões. Por outro lado, 6 alunos não conseguiram alcançar essa meta, como é o caso de H3 e G3, que descreveram uma reação de combustão e o uso do combustível, respectivamente, mas não definiram o significado do termo. Vale ressaltar que a capacidade exigida nessa questão requer dos alunos uma compreensão conceitual dos conhecimentos científicos envolvidos na definição de combustível.

Isso demonstra a importância de o ensino das capacidades do PC ser realizado na perspectiva da infusão, para que não se dê somente em uma atividade ou componente específico, sendo incorporado no decorrer de todas as aulas e atividades. Com isso, esperamos que cada vez mais o aluno compreenda e utilize suas capacidades de PC para explicar os conceitos científicos que está aprendendo. Conforme argumentado por Tenreiro-Vieira e Vieira (2000), o domínio do conteúdo científico pelo aluno é necessário para o uso efetivo das capacidades de PC, pois o pensar é uma atividade que depende do conhecimento.

A segunda questão tinha como objetivo identificar a capacidade dos alunos de responder a uma questão de desafio, a partir da exemplificação do tipo de combustível conhecido por eles. Com base na Taxonomia de Ennis (1987), essa capacidade faz parte da área de clarificação elementar, que inclui capacidades relacionadas à explicação mais simplista, como identificar ou formular uma questão, questionar ou justificar questões (por quê?) e resumir informações. Das 123 respostas analisadas, apenas uma não foi condizente



com a capacidade esperada. O resultado revelou que a maioria dos alunos foi capaz de fornecer exemplos de combustíveis compatíveis com seu uso. As respostas foram descritivas, como pode ser evidenciado em B11 – “Gasolina, etanol, querosene, gás natural, biodiesel, diesel, hidrogênio” e H16 – “Gasolina, etanol, diesel, biocombustíveis, gás hidrogênio, carvão e querosene”. Embora essa questão possa parecer muito simples no campo conceitual, torna-se relevante no sentido de os alunos apresentarem a capacidade de exemplificar um termo conhecido, permitindo, assim, verificar se eles mobilizaram a capacidade de pensar em exemplos de combustíveis.

Percebemos, portanto, a importância de os alunos dominarem o conhecimento científico para realizar atividades científicas. Mobilizar as capacidades de PC, apenas, não é suficiente para que os alunos consigam dar exemplos de combustíveis se não sabem, cientificamente, como eles se constituem (Tenreiro-Vieira, 2000). Isso evidencia que, se os alunos não soubessem cientificamente o que é um combustível, mesmo sabendo dar exemplos, não saberiam explicar microscopicamente o que são combustíveis.

A terceira questão teve como objetivo avaliar a capacidade dos alunos de explicar as características dos combustíveis utilizados em automóveis. A análise das respostas revelou que 91 alunos apresentaram a capacidade esperada, enquanto 32 deixaram a questão em branco ou responderam apenas quais combustíveis podem ser utilizados, sem mencionar suas principais características. Os alunos que deixaram a questão em branco ou a responderam parcialmente provavelmente não desenvolveram a capacidade de explicar as características específicas de um combustível, já que isso exige o domínio do conhecimento científico. Esse foi um dos desafios da oficina, pois os alunos precisam compreender os conceitos científicos inerentes à questão. A quarta questão teve como objetivo avaliar a capacidade dos alunos de explicar o significado do termo “carro *flex*”, pertencente à área de clarificação elementar da Taxonomia de Ennis (1987). Dos 123 alunos, 109 apresentaram uma resposta satisfatória, enquanto 14 não conseguiram opinar. Entre as possíveis razões para a falta de resposta está a possibilidade de alguns alunos não terem qualquer conhecimento prévio sobre o assunto ou não conseguirem relacionar o termo “*flex*” com a capacidade de o carro ser abastecido com dois combustíveis.

É importante ressaltar que um dos principais objetivos do questionário inicial aplicado na oficina foi identificar as concepções prévias dos alunos sobre o tema combustíveis.



Conforme Tenreiro-Vieira e Vieira (2000), o ensino do PC requer não só o uso de capacidades de PC, mas também o conhecimento e a compreensão dos conteúdos em consideração. A partir desse entendimento, foi possível direcionar o trabalho da oficina e avaliar as respostas dos alunos de forma mais precisa.

#### 4.2 Questionário pré-laboratório

O questionário pré-laboratório é aplicado após a discussão da problematização inicial da oficina e antes da realização do experimento. Dessa forma, era esperado que as respostas dos alunos fossem baseadas em suas concepções prévias sobre a temática, começando a pensar na problemática inicial para responder às questões. Vale dizer que, sob a ótica do PC, os alunos devem compreender a problemática e pensar na execução do experimento. Era esperado, assim, que eles mobilizassem algumas capacidades, como formular critérios para avaliar suas respostas e justificar as hipóteses levantadas. No Quadro 3, são apresentadas as questões referentes ao questionário pré-laboratório e os resultados obtidos.

#### Quadro 3

Capacidades de PC esperadas para cada questão do questionário pré-laboratório e os resultados obtidos.

Questões	Capacidades de PC	Apresentou a capacidade esperada		Indicador para o desenvolvimento da capacidade
		Sim	Não	
O uso dos dois combustíveis (etanol e gasolina) pode causar poluição no meio ambiente? Que tipo de poluição causam e de que forma isso ocorre?	Identificar ou formular critérios para ajuizar possíveis respostas	100	23	Apontar critérios que justifiquem por que e como a poluição do ar ocorre. Exemplo de resposta: D2: “Sim, poluição do ar. Quando o combustível é consumido é liberado gases que podem prejudicar o meio ambiente”
Em relação ao consumo de combustíveis, pode-se afirmar que o gasto do etanol e da gasolina será igual? Justifique.	Responder a uma questão de desafio ao conseguir dar significado a um termo	117	06	Apresentar possibilidades para o motivo pelo qual o gasto dos combustíveis será diferente ou igual. Exemplo de resposta: H6: “Não, pois a gasolina apresenta maior rendimento que o etanol por liberar maior quantidade de energia na combustão de um volume igual de ambos”.

Nota: Adaptado de Bordoni (2018).



A primeira questão tinha como objetivo mobilizar as capacidades do aluno de identificar e formular critérios (da área de inferência) para avaliar possíveis respostas, pensando se há algum tipo de poluição e de que forma ela ocorre. Assim, ao analisarmos as respostas dos alunos, constatamos que 100 deles mobilizaram a capacidade esperada, enquanto 23 não atingiram esse objetivo. Nessa questão, eles precisavam responder a três pontos: se os combustíveis podem causar poluição; qual o tipo de poluição causada; e de que modo ela ocorre.

Constatamos que a maioria dos alunos, em suas respostas, não mobilizou a capacidade de exemplificar o tipo de poluição causada pelos combustíveis, como é o caso de B6, que disse: "Sim, através da liberação de CO<sub>2</sub> decorrente da queima do combustível", e de G9: "Sim, é poluente e libera CO<sub>2</sub>". Ressaltamos que a oficina poderá abordar e aprimorar esses aspectos de compreensão acerca do tipo de poluição causada pelos combustíveis. No âmbito do PC, é importante permitir ao aluno pensar sobre a reação de combustão, que seria realizada no experimento, e mobilizar a capacidade da área de inferência, a fim de identificar e avaliar critérios de como e por que ocorre a poluição. Isso é possível graças à forma como foi formulada a pergunta, pois se perguntássemos apenas "Os combustíveis são poluentes?", essa capacidade crítica não seria mobilizada, e os alunos responderiam somente se poluem ou não.

A segunda questão teve como objetivo mobilizar a capacidade dos alunos de responder a um desafio, exigindo que fossem capazes de explicar as diferenças de consumo entre o etanol e a gasolina, apresentando justificativas para tal. Dessa forma, esperávamos que utilizassem seu raciocínio lógico dedutivo, ou seja, apresentassem, com base em seu conhecimento prévio, as possibilidades sobre por que o gasto de combustíveis seria diferente ou igual, mobilizando, também, a capacidade de PC para justificar sua resposta.

Os resultados revelaram que 117 alunos, em suas respostas, mobilizaram a capacidade esperada, indicando que o gasto dos combustíveis não é o mesmo. Para a justificativa, utilizaram diferentes critérios, como o rendimento, a queima do combustível, o poder calorífico, entre outros. Além disso, é importante destacar algumas respostas que mobilizaram a capacidade dos alunos de fazer a associação entre a queima do combustível e seu por liberar maior quantidade de energia na combustão de um volume igual de ambos".



A partir do que aponta o aluno, podemos pensar que há a necessidade de elaboração de uma resposta mais complexa, exigindo o uso de suas capacidades de PC e seu conhecimento científico sobre o tema. Conforme discutido por Vieira (2003), a criticidade está relacionada à capacidade do aluno de refletir e avaliar o maior número de variáveis e relações para tomar uma decisão.

Com base nos resultados obtidos no questionário pré-laboratório, podemos inferir que os alunos não só conseguiram apresentar as capacidades esperadas para cada questão como também demonstraram, em alguns momentos, um domínio do conhecimento científico sobre os combustíveis, ressaltando que a maioria dos alunos são alunos do ensino público. Como Tenreiro-Vieira (2000) destaca, a aprendizagem efetiva deve estar associada ao desenvolvimento das capacidades e disposições do PC, juntamente com o conhecimento científico. No caso dos alunos participantes, é importante ressaltar que o conhecimento científico demonstrado por eles foi o mínimo esperado para seu nível de ensino, já que estavam na etapa final do Ensino Médio.

### 4.3 Questionário pós-laboratório

Por fim, o questionário pós-laboratório foi entregue aos alunos após a realização do experimento de queima dos combustíveis. Nesse sentido, era esperado que, além dos seus conhecimentos prévios, eles utilizassem as observações realizadas durante o experimento, de modo a fazer induções acerca dos resultados. Quanto ao PC, esperávamos a mobilização das capacidades da área de inferência, como a habilidade de inferir conclusões e hipóteses explicativas acerca do que foi observado no experimento. O Quadro 4 apresenta as questões referentes ao questionário pós-laboratório, bem como os resultados obtidos.

#### Quadro 4

Capacidades de PC esperadas para cada questão do questionário pós-laboratório e os resultados obtidos.

Questões	Capacidades de PC	Apresentou a capacidade esperada		Indicador para o desenvolvimento da capacidade
		Sim	Não	
Analise a tabela 01 e responda: Qual combustível foi consumido em maior quantidade? Por quê?	Responder a uma questão de clarificação elementar do tipo 'por quê'	103	20	Justificativa da diferença de consumo dos combustíveis Exemplo de resposta: B2 "A gasolina, a mesma em menos tempo gerou



Explique o papel da água no experimento	Inferir hipóteses explicativas, dando significado as suas respostas.	121	02	mais calor, porém consumindo mais” Explicação sobre qual seria o papel da água no experimento Exemplo de resposta: B9 “A água tem o papel de mostrar a velocidade do calor produzido pelo combustível”
Escreva suas possíveis conclusões acerca do experimento, em relação à produção de calor	Induzir e avaliar induções, generalizando a tipificação dos dados	114	09	A conclusão do que foi observado no experimento. Exemplo de resposta: H2 “A gasolina produz mais calor, porém polui mais que o etanol que por sinal, produz menos calor”

Fonte: Adaptado de Bordoni (2018).

A questão “Analisar a tabela 01 e responder: Qual combustível foi consumido em maior quantidade? Por quê?” foi elaborada com o objetivo de incentivar os alunos a responder a uma questão de clarificação elementar, com foco em compreender o motivo de o consumo ser maior em um combustível do que em outro durante a queima. Obtivemos 103 respostas que indicaram a mobilização da capacidade esperada. Nas respostas, foi evidente a capacidade dos alunos de analisar os resultados experimentais e confrontá-los com seu conhecimento prévio, além da capacidade de tentar explicar possíveis erros que ocorreram.

Os alunos apresentaram diferentes justificativas para o experimento de queima, mas dentre as 103 a maioria delas estava equivocada. Por exemplo, B2 explicou uma maior variação da massa da gasolina, dizendo: “A gasolina, a mesma em menos tempo gerou mais calor, porém consumindo mais”. No entanto, como a gasolina é mais energética, geralmente seu consumo é menor. Para minimizar esses entendimentos equivocados, após escutar as respostas dos alunos, o professor usou a estratégia do questionamento, articulando-o com as capacidades inerentes ao experimento, principalmente a capacidade de observação, ao explicar aos alunos os conceitos envolvidos no experimento.

O momento pós-experimento é crucial para que o professor possa discutir os dados obtidos e os conceitos teóricos relacionados aos combustíveis, permitindo que novos significados sejam construídos pelos alunos. Nesse sentido, é importante destacar o papel do professor nesse processo, pois, de acordo com Torres e Vieira (2014), é essencial que ele adote



uma postura encorajadora em relação aos alunos, para que estes possam expressar suas ideias e refletir sobre seus erros e acertos, para que não se desestimulem em seu processo de aprendizagem.

A questão “Explique qual o papel da água no experimento?” tinha como propósito mobilizar a capacidade dos alunos de inferir hipóteses explicativas, dando significado ao papel da água no experimento. Analisando as 123 respostas obtidas, identificamos apenas duas que não atingiram a capacidade esperada. Por exemplo, E2 não respondeu à questão, e G6 apenas descreveu sua observação do experimento com a resposta “teve uma variação”, sem tentar explicar qual seria o papel da água. Essas respostas demonstram que a capacidade de pensamento não foi mobilizada.

Os resultados indicaram que as atividades da oficina possibilitaram aos alunos potencializar a capacidade de exemplificar ou tentar justificar suas observações e respostas. Essas capacidades, principalmente na área de clarificação elementar, elaborada e de inferência, são esperadas na resolução de problemas, bem como a capacidade de gerar novas soluções, avaliar os meios mais adequados para alcançar a solução e pensar nas consequências dessas decisões (Alich; Pereira; Magalhães, 2014).

Podemos inferir que esses resultados são reflexo da atividade experimental, uma vez que ela mobilizou nos alunos a capacidade de observação e de avaliação dos resultados. De acordo com Alich, Pereira e Magalhães (2014), a realização de atividades experimentais pode favorecer o desenvolvimento de um contexto de interação entre os alunos, despertando a curiosidade e o desejo de aprender, bem como a revisão dos conhecimentos prévios. Além disso, os resultados podem ser atribuídos às atividades desenvolvidas na oficina, que propiciaram ao aluno a mobilização da capacidade de reflexão crítica, como preconizado na concepção do ensino (VIEIRA, 2003). Dessa forma, os alunos puderam refletir sobre os fatores considerados no experimento, bem como sobre as discussões realizadas nos questionários anteriores.

A questão “Escreva as suas possíveis conclusões acerca do experimento, em relação à produção de calor” teve como objetivo mobilizar nos alunos a capacidade de inferência, incluindo a indução e a avaliação de induções, para generalizar os dados obtidos no experimento sobre a produção de calor a partir do combustível queimado. O indicador de





mobilização dessa capacidade seria a aptidão do aluno em explicar, com suas próprias palavras, quais considerações acreditava serem importantes sobre o experimento.

Para responder a essa questão, os alunos foram instigados a utilizar o raciocínio conclusivo, o que exigiu o domínio de conhecimentos e capacidades que envolvem os termos-chave da definição de Ennis (1987) para PC, incluindo racionalidade, reflexão e avaliação. Um ponto importante evidenciado na maioria das respostas foi que, para explicar o que ocorreu no experimento, os alunos mobilizaram a capacidade de comparação, que pode ser classificada na área de clarificação elementar. Isso pode ser observado na resposta de A4, ao afirmar que “a gasolina gera mais calor em menos tempo e polui mais. O álcool gera menos calor, demora mais para atingir uma temperatura e parece poluir menos”.

Nessa mesma linha, H2 afirmou que “a gasolina produz mais calor, mas polui mais do que o etanol, que produz menos calor”. Considerando que um dos principais objetivos do experimento e da questão em específico foi mobilizar nos alunos a capacidade de observar a queima dos dois combustíveis e, ao compará-los, fazer julgamentos de valor, que se trata da área de inferência, sobre qual combustível seria mais vantajoso em relação à queima.

Observamos, ainda, respostas que apresentam elementos característicos do pensamento conclusivo, como no caso de H2, que discute a maior produção de calor pela gasolina em detrimento de sua alta poluição em comparação com o etanol. De acordo com Halpern (1998), o pensamento envolve também a avaliação de todo o processo de pensamento, ou seja, tanto os pensamentos que levaram à conclusão (pensamento conclusivo) quanto os fatores envolvidos na tomada de decisão, na área de clarificação elaborada.

Ao desenvolver a capacidade de avaliar suas observações, o aluno cria, segundo Guzzo e Guzzo (2015), uma defesa contra a coerção. Ou seja, ao refletir criticamente sobre a atividade ou qualquer ideia que lhe é imposta, o aluno começa a questionar suas razões, bem como as evidências que as justificam, passando, assim, a avaliar a legitimidade de seus argumentos. A última etapa do experimento também ressalta a importância da oficina na escola, conforme destacado por Vieira (2003), pois a mobilização das capacidades de PC — observar, interpretar dados e tirar conclusões — são importantes para o desenvolvimento do PC e devem ser incentivadas no ambiente escolar.



## 5 CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E CONTINUIDADE DO TRABALHO

O objetivo da pesquisa foi investigar como as questões propostas em uma oficina temática podem promover as capacidades de PC nos alunos. A análise qualitativa das respostas dos alunos permitiu verificar de que forma essas capacidades foram mobilizadas, como ficou demonstrado em suas justificativas e reflexões. Constatamos que os alunos, em sua maioria, apresentaram as capacidades de PC planejadas para cada questão, demonstrando que a estratégia do questionamento é efetiva na promoção dessas capacidades, assim como na capacidade de exemplificar (na área de clarificação elementar) ou na de definir, induzir, relatar (na área de clarificação elaborada).

Um exemplo disso é quando a questão pedia o desenvolvimento da capacidade de explicar/definir um conceito e justificar a resposta — tais capacidades foram evidentes nos resultados obtidos. Além disso, verificamos a ocorrência de capacidades complementares às que haviam sido intencionalmente planejadas, como a capacidade de comparar, que foi evidenciada na discussão do experimento de queima.

Os resultados também evidenciaram a abordagem de infusão, mostrando a importância de o conhecimento estar atrelado à promoção das capacidades de PC. Mesmo quando os alunos apresentavam a capacidade de exemplificar os combustíveis, se não tivessem o conhecimento do que é um combustível, não conseguiriam responder à questão. Durante os questionários, foi possível observar que eles se basearam nas discussões realizadas durante a oficina para modificar o conhecimento que já possuíam e adquirir novos conhecimentos.

É importante ressaltar a relevância da discussão e da análise dos dados do questionário inicial, uma vez que este contém as respostas dos alunos com base em seu senso comum, mostrando o conhecimento e as curiosidades que têm. A estratégia do questionamento está diretamente ligada à curiosidade e à capacidade de querer aprender cada vez mais e melhor. No entanto, para que isso seja possível, os alunos também devem ter a capacidade de discernir sobre o que já sabem, tendo posturas atitudinais, a exemplo da abertura de espírito, para lidar com questões críticas, como escolher o melhor combustível com base em aspectos econômicos, ambientais e de consumo.

Por fim, os resultados da pesquisa podem contribuir para a discussão e o desenvolvimento de atividades que promovam o PC. Quando o questionamento é planejado



de forma intencional, com base em um quadro teórico como a taxonomia de Ennis, as capacidades de PC esperadas são promovidas. A participação dos alunos em atividades com esse objetivo pode contribuir para a formação de cidadãos mais críticos e conscientes na sociedade.

## REFERÊNCIAS

- AIKENHEAD, G. S. **Educação científica para todos**. Portugal: Edições Pedagogo LDA, 2009.
- ALICH, V., PEREIRA, S., MAGALHÃES, J. Promoção do pensamento crítico através de role play e contos infantis. O processo gato das botas. In: VIERA, R. M. *et al.* **Pensamento Crítico na Educação: perspectivas atuais no panorama internacional**. Aveiro, Portugal: UA Editora, 2014. p. 402-422.
- BEHRENS, M. A. **O paradigma emergente e a prática pedagógica I**. 6. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.
- BRANDÃO, C. R; BORGES, M. C. A pesquisa participante: um momento da educação popular. **Revista de Educação Popular**, v. 6, n. 1, 2007.
- BORDONI, A. J. **O potencial de uma oficina temática de Química para a Promoção das Capacidades de Pensamento Crítico**. Dissertação apresentada pelo Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, pela Universidade Estadual de Maringá, 159 páginas, 2018.
- BORDONI, A. J; SILVEIRA, M. P; VIEIRA, R. M. Análise de sequências didáticas de química por meio de um instrumento para a avaliação do pensamento crítico e ensino CTS. **Poiésis-Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação**, v. 14, n. 26, p. 380-402, 2020.
- BORDONI, A. J; SILVEIRA, M. P; VIEIRA, R. M. As compreensões de licenciandos de Química sobre a abordagem CTS e o Pensamento Crítico: o papel de um curso de formação inicial. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 13, n. 4, p. 1-24, 2022.
- BORDONI, A. J. Contribuições de atividades promotoras de PC/CTS para os licenciandos de Química. Tese apresentada pelo Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, pela Universidade Estadual de Maringá, 279 páginas, 2022.
- DELIZOICOV, A; ANGOTTI, J. A; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez Editora, 2002.
- ENNIS, R. H. A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. In: BARON, J. B.; STERNBER, R. J. (Ed.). **Teaching thinking Skills: Theory and practice**. Nova Iorque: W. H. Freeman and Company, 1987.



GUZZO, V.; GUZZO, G. B. O pensamento crítico como ferramenta de defesa intelectual. **Conjectura: Filosofia e Educação**, Caxias do Sul, v. 20, n. 1, p. 64-76, jan./abr. 2015.

Disponível em:

[http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/conjectura/article/view/2746/pdf\\_351](http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/conjectura/article/view/2746/pdf_351). Acesso em: 27 out. 2023.

KENNEDY, M; FISHER, M. B; ENNIS, R. H. Critical thinking: literature review and needed research. In: Idol, L.; Fly Jones, B. (Ed.). **Educational values and cognitive instruction: Implications for reform**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1991. p. 11-40.

118

HALPERN, D. F. Teaching critical thinking for transfer across domains – Dispositions, skills, structure training, and metacognitive monitoring. **American Psychologist**, [S. l.], v. 53, n. 4, p. 449-455, 1998. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9572008/>. Acesso em: 20 out. 2023.

NERI DE SOUZA, F.; RODRIGUES, A. V. Questionar e argumentar online: possibilidades de pensamento crítico com a utilização do Arguquest®? In: VIERA, R. M. *et al.* **Pensamento Crítico na Educação: perspectivas atuais no panorama internacional**. Aveiro, Portugal: UA Editora, 2014. p. 195-216.

PIRES, E. A. C.; HENNRICH JUNIOR, E. J; MOREIRA, A. L. O. R O desenvolvimento do pensamento crítico no ensino de Ciências dos anos iniciais do Ensino Fundamental: uma reflexão a partir das atividades experimentais. **Revista Valore**, Volta Redonda, RJ, v. 3, p. 152-164, 2018. Disponível em:

<https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/150>. Acesso em: 10 nov. 2023.

SILVA, R. P.; BERTOLDO, T. A. T; WARTHA, E. J. Padrões discursivos em rodas de conversa como estratégia de ensino. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, Amazonas, v. 17, n. 39, p. 108-128, 2021. Disponível em:

<https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/10693/8151>. Acesso em: 12 out. 2023.

TENREIRO-VIEIRA, C. **O pensamento crítico na Educação científica**. Lisboa: Instituto Piaget, 2000.

TENREIRO-VIEIRA, C; VIEIRA, R. M. Promover o Pensamento Crítico e Criativo no Ensino das Ciências: Propostas Didáticas e seus contributos em alunos portugueses. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 26, n. 1, p. 70-84, 2021. Disponível em:

<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/1993/pdf>. Acesso em: 14 set. 2023.

TENREIRO-VIEIRA, C; VIEIRA, R. M. Educación en ciencias y matemática con orientación CTS para promover el pensamiento crítico. **Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad**, Buenos Aires, Argentina, v. 11, n. 33, p. 143-159, 2016. Disponível em:

<https://ojs.revistacts.net/index.php/CTS/article/view/451>. Acesso em: 20 ao. 2023.

TENREIRO-VIEIRA, C.; VIEIRA, R. M. **Promover o pensamento Crítico dos alunos – Propostas concretas para a sala de aula**. Porto, Portugal: Editora Porto, 2000.



VIEIRA, R. M. **Formação Continuada de Professores do 1º e 2º Ciclos do Ensino Básico para uma Educação em Ciências com Orientação CTS/PC**. 686 f. Tese (Doutorado em Didática) – Departamento de Didática e Tecnologia Educativa, Universidade de Aveiro, Portugal, 2003. Disponível em: <https://ria.ua.pt/bitstream/10773/1458/1/2005001712.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2023.

VIEIRA, R. M.; TENREIRO-VIEIRA, C. **Estratégias de ensino/aprendizagem**: o questionamento promotor do pensamento crítico. Lisboa, Portugal: Instituto Piaget, 2005.

VIEIRA, R. M.; TENREIRO-VIEIRA, C. Investigação sobre o pensamento crítico na educação: contributos para a didática das ciências. In: VIEIRA, R. M. *et al.* **Pensamento Crítico na Educação**: perspectivas atuais no panorama internacional. Aveiro: UA Editora, 2014. p. 41-55.

## AUTORES

ANANDA JACQUELINE BORDONI: Doutora e Mestre em Educação Química pela Universidade Estadual de Maringá (UEM); Professora Colaboradora do Departamento de Química da mesma instituição. Orcid Id: <http://orcid.org/0000-0002-4910-181X> E-mail: [bordoni.ananda@gmail.com](mailto:bordoni.ananda@gmail.com)

MARCELO PIMENTEL DA SILVEIRA: Doutor e Mestre em Ensino de Ciências – Modalidade Química pelo Programa Interunidades em Ensino de Ciências – Universidade de São Paulo. Professor Associado da Universidade Estadual de Maringá (UEM). Orienta mestrado e doutorado no Programa de Pós-Graduação em educação para a Ciência e a Matemática (PCM/UEM). Orcid Id: <http://orcid.org/0000-0003-3224-116X> E-mail: [martzelops@gmail.com](mailto:martzelops@gmail.com)