

EXPERIMENTAÇÃO CONTEXTUALIZADA NAS AULAS DE QUÍMICA: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA SOBRE A INVESTIGAÇÃO DE CONCEITOS DA TERMOQUÍMICA

Contextualized experimentation in Chemistry classes: an experience report on the investigation of Thermochemistry concepts

Michele Hidemi Ueno Guimarães [micheleueno@ufmg.br e michele@if.usp.br]

Universidade Federal de Minas Gerais e Universidade de São Paulo

Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 – Pampulha – Belo Horizonte – MG

Marinez Meneghello Passos [marinezpassos@uel.br e marinez@uenp.edu.br]

Universidade Estadual de Londrina e Universidade Estadual do Norte do Paraná

Rodovia Celso Garcia Cid, PR 445, km 380 – Campus Universitário – Londrina – PR

Joana dos Santos Teixeira [joanasnt.quimica@gmail.com]

Universidade Federal de Ouro Preto

Campus Morro do Cruzeiro, s/n – Ouro Preto – MG

André Désiré Robert [andre.robert@univ-lyon2.fr]

Université Lumière Lyon 2

4, Rue de l'Université – Lyon – France

Recebido em: 08/05/2025

Aceito em: 26/02/2026

Resumo

Em muitos momentos, os estudantes apresentam dificuldades em aprender conteúdos relacionados à Química. Os motivos são, na maioria das vezes, por serem assuntos abstratos e abordados de forma descontextualizada de sua realidade. Um dos documentos, que regulamenta quais são as aprendizagens essenciais a serem trabalhadas nas escolas públicas brasileiras, é a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Ela considera a contextualização como um potencial recurso metodológico, que correlaciona os conhecimentos, as habilidades e as atitudes dos estudantes no processo formativo. Mesmo diante da valorização dos professores para que as competências exigidas nos documentos oficiais normativos do currículo da Educação Básica sejam contempladas, encontram-se adversidades para sua implementação, principalmente em um contexto de escola pública. Visando contribuir com materiais a serem utilizados por esses professores em seus planejamentos de aulas, elaboramos e disponibilizamos um *e-book*, contendo uma Sequência Didática (SD), que utilizou materiais alternativos e de fácil acesso para a realização de atividades experimentais. Estas não puderam ser aplicadas, devido ao contexto da pandemia e ao tempo para finalizar a elaboração da dissertação e do produto. Para tais atividades, foram consideradas a abordagem investigativa (Carvalho, 2011). Durante o planejamento e a elaboração do *e-book*, consideramos algumas das competências exigidas na BNCC, a partir do conteúdo de processos endotérmico e exotérmico, por meio da discussão do experimento do carvão reutilizado em churrascos. A SD foi planejada para ser aplicada durante cinco aulas para estudantes do 2º ano do Ensino Médio, da rede pública estadual. Pretendeu-se com esta proposta proporcionar ao estudante, um ambiente de aprendizagem que incentivasse seu pensamento crítico e reflexivo sobre o contexto que o cerca. Como também, contribuir para as práticas escolares de professores de Ciências da Natureza da Educação Básica.

Palavras-chave: experimentação; ensino por investigação; processos endotérmico e exotérmico.

Abstract

In many moments, students have difficulties in learning contents taught in Chemistry. The reasons are, most of the time, for being abstract subjects and approached in a decontextualized way from their reality. One of the documents, it regulates which are the essential learnings to be worked on in Brazilian public schools, is the Common National Curricular Base (BNCC). This document, in turn, considers contextualization as a potential methodological resource, which correlates the knowledge, skills and attitudes of the student in his training process. Even when the teacher is aware of the importance of contemplating the competencies required in the official normative documents of the Basic Education curriculum, there are adversities for its implementation, mainly in a public-school context. In order to contribute with materials to be used by these teachers in their lesson plans, this work produced and made available an *ebook*, containing a Didactic Sequence (DS), which uses alternative and easily accessible materials for carrying out experimental activities. For such activities, the investigative approach was considered (Carvalho, 2011) during the discussions held throughout the classes, as well as the interpretation of the evidence observed in the experiment. With the structuring of the *ebook*, it was expected that it would be possible to work with students, some of the skills required in BNCC, based on the content of endothermic and exothermic processes, from the discussion of the experiment of reused charcoal in barbecues. DS was made up of five classes and the target audience is 2nd year high school students, from the public school. The purpose of this proposal was to provide the student with a teaching and learning environment that would encourage his critical and reflective thinking about the context that surrounds him. As well as, contribute to the school practices of teachers of Natural Sciences of Basic Education.

Keywords: experimental classes; inquiry learning; epistemological obstacles; endothermic and exothermic processes.

Introdução

Os documentos oficiais, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Conteúdo Básico Comum (CBC) identificam-se na compatibilidade de princípios e valores, adotam que a Educação deve ter um compromisso de formação integral do indivíduo, considerando assim suas dimensões: intelectual, física, afetiva, social, ética, moral e simbólica. Estabelecem também que o estudante precisa desempenhar um papel protagonista em sua formação, sendo de responsabilidade da comunidade escolar proporcionar atividades que favoreçam este perfil (Brasil, 2017).

Para assegurar que estas aprendizagens essenciais sejam proporcionadas ao estudante, diversas ações são esperadas. Algumas delas relacionamos a seguir.

Contextualizar os conteúdos dos componentes curriculares, identificando estratégias para apresentá-los, representá-los, exemplificá-los, conectá-los e torná-los significativos; selecionar e aplicar metodologias e estratégias didático-pedagógicas diversificadas, recorrendo a ritmos diferenciados e a conteúdos complementares; conceber e pôr em prática situações e procedimentos para motivar e engajar os alunos nas aprendizagens; selecionar, produzir, aplicar e avaliar recursos didáticos e tecnológicos para apoiar o processo de ensinar e aprender (Brasil, 2017, p. 16-17).

Desta forma, as discussões, acerca do objetivo da aprendizagem, têm gerado aos envolvidos a certeza de que é necessário ofertar um ensino mais interativo, dialógico e atrativo ao estudante, de maneira que ele tenha interesse em desconstruir pensamentos baseados no senso comum, para admitirem as explicações científicas (Cavalcante, 2017).

Visando contribuir para esse ensino interativo, selecionamos o eixo Temático Energia, mais especificamente os tópicos: processos endotérmico e exotérmico, para abordar em uma Sequência Didática (SD), planejada para ser aplicada em cinco aulas. Geralmente, este conteúdo é

desenvolvido pelos livros didáticos no 2º ano do Ensino Médio, logo os estudantes desta série tornaram-se os participantes preferenciais das atividades elaboradas. A SD não pôde ser aplicada devido ao contexto da pandemia, além do tempo hábil para finalizar o desenvolvimento da pesquisa.

O produto desta proposta investigativa foi a produção de um *e-book* que contém a SD, que contempla algumas das competências gerais exigidas na BNCC e certas habilidades específicas da área da Ciências da Natureza, consideradas no CBC, referente à série destinada.

Com a elaboração do produto desta pesquisa, tínhamos como objetivo contribuir tanto com os professores quanto com os estudantes. Segundo Cericato e Cericato (2018), os professores levam para a sala de aula sua maneira de ser como pessoa, suas crenças, contradições, o que leem e o que estudam. Assim, assumimos que a formação docente é um processo contínuo, esperando que o *e-book* pudesse contribuir para a prática docente de professores da Educação Básica. Quanto aos estudantes, consideramos o que nos apresenta Abreu (2019), quando afirma que ao se trabalhar as competências gerais e específicas da BNCC em sala de aula, não temos apenas um processo de formação acadêmica, mas sim uma formação humanística, que pode proporcionar uma transformação social que a inovação do currículo traz à Educação Básica, incentivando a construção de uma nova cidadania.

A ideia era ‘fugir do ensino tradicional’, pautado na memorização e na descontextualização, por isso buscamos partir do que poderia ter sido aprendido de forma espontânea, ao longo de sua vida. Pois cremos que quando não há relação entre o que o estudante já sabe e aquilo que ele está aprendendo, a aprendizagem não é apreciável.

Uma das abordagens, que favorece este desenvolvimento, é a utilização da experimentação aplicada ao cotidiano dos estudantes, permitindo assim a criação de problemas reais em que os estudantes sejam incentivados a questionar e a investigar possíveis soluções (Guimarães, 2009).

Pensar em uma experimentação, que utiliza materiais de baixo custo, também favorece a utilização deste recurso didático, uma vez que a maioria das escolas públicas não possui laboratórios que permitam a execução de aulas experimentais (Martins *et al.*, 2016).

A pergunta que norteou o que desenvolvemos foi: Como aliar algumas competências da BNCC com o contexto de escola pública, a partir do conteúdo de processos endotérmico e exotérmico rompendo com os conhecimentos espontâneos para o desenvolvimento dos conhecimentos científicos?

Considerando a realidade dos professores e incorporando as orientações para a disciplina de Química, as atividades contidas na SD foram planejadas de modo a proporcionar ao estudante um aprendizado que pudesse apreciar e utilizar no seu dia a dia. Todavia, para atingir nosso objetivo ‘macro’ – a elaboração do *e-book* – foi necessário passarmos por objetivos ‘micros’ que relacionamos na continuidade: (i) Estruturar a SD em dois materiais: um para o professor e outro para o estudante, de modo que o docente pudesse ter um suporte tanto para a execução das atividades quanto para suas discussões; (ii) Incorporar na SD uma aula experimental contextualizada e que utilizasse materiais de baixo custo; (iii) Sistematizar a discussão do experimento utilizando a ruptura dos obstáculos epistemológicos, segundo a teoria de Gaston Bachelard.

Buscando esclarecer como foi o desenvolvimento desta proposta investigativa, estruturamos este relato informando sobre os movimentos iniciais em que verificamos junto à literatura qual poderia ser a temática Química a abordar, algumas informações a respeito dos obstáculos epistemológicos, o percurso organizacional e detalhes a respeito da elaboração da SD. Por fim, tecemos considerações conclusivas relativas a esta proposição.

O conteúdo químico a ser tratado e comentários sobre publicações inspiradoras

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) estabelecem que nas aulas de Ciências da Natureza, em que está inserida a disciplina de Química, é necessário abranger conhecimentos técnicos e proporcionar o desenvolvimento de meios para a interpretação de fatos naturais, de tal

forma a contribuir para que o estudante consiga articular sua visão do mundo natural com o social (Brasil, 1999). Por sua vez, a escola, sendo estabelecida como uma instituição educacional e social, tem o papel de valorizar a participação ativa de cada indivíduo e do coletivo em uma prática de elaboração cultural (Brasil, 1999).

Abreu (2019) considera que as diretrizes da BNCC incentivam que a prática escolar potencialize a formação do espírito comunitário nos estudantes, ou seja, que a formação do indivíduo ultrapasse o limite escolar. Desta forma, a comunidade escolar deve atentar-se a proporcionar a:

Formação de um indivíduo que melhora seu relacionamento com o ambiente de convivência presente e futura, tanto no espaço familiar como no campo social amplo (escola, local de trabalho, comunidade etc.) e, fortalecendo a personalidade, se torna capaz de enfrentar com maior segurança os conflitos do relacionamento humano (Abreu, 2019, p. 6).

Diante dessas afirmações constata-se que o professor carrega consigo grande responsabilidade, que culmina, prioritariamente, no planejamento e na estruturação de suas aulas e em sua execução, momento oportuno para o aprendizado dos estudantes, que, em geral, expressam suas dificuldades em aprender. Rocha e Vasconcelos (2016) trazem resultados investigativos que coadunam com tal manifestação dos estudantes. No trecho a seguir, pode-se verificar tais fatos.

Investigaremos inicialmente a Aprendizagem e seus conceitos, e a partir desse entendimento, estudaremos as dificuldades de aprendizagem. Esta envolve uma multiplicidade de fatores, dentre eles: 1) Fatores Psicodinâmicos – engloba, por exemplo, organização cerebral, visão, audição, maturidade, psicomotricidade; 2) Fatores Sociais – diz respeito, por exemplo, ao nível socioeconômico, cultural e linguístico dos pais, às experiências vivenciadas; 3) Fatores emocionais e motivacionais – congrega, por exemplo, a estabilidade emocional, o desejo, o afeto, a emoção, a personalidade; 4) Fatores intelectuais – refere-se, por exemplo, à capacidade mental global, às capacidades perceptivas, de resolução de problemas; e 5) Fatores escolares – envolve, por exemplo, a prática pedagógica, a metodologia, a relação professor x aluno (Rocha; Vasconcelos, 2016, p. 3).

Com frequência, observa-se que o Ensino de Química, em algumas escolas, ainda segue o formato tradicional (concentrado na memorização do conteúdo), utilizando abordagens descontextualizadas e não interdisciplinar, o que pode gerar nos estudantes um desinteresse pela disciplina, bem como a dificuldade de aprender e de relacionar o conteúdo estudado ao seu cotidiano (Rocha; Vasconcelos, 2016).

Não que a memorização não seja importante, o ponto negativo é quando ocorre só a repetição do conteúdo, sem que consigam aplicar esses conhecimentos em situações reais (Silva, 2015). Sendo assim, o professor possui o papel importante de planejar suas aulas, para que se criem oportunidades de desenvolvimento cognitivo e formação do estudante. Momentos estes que considerem o papel das interações discursivas entre os indivíduos participantes do processo, sobre a transição do senso comum para o conhecimento científico (Silva, 2015).

Um tipo de abordagem, que favorece essas interações discursivas, é o uso da experimentação e da investigação em aulas de Química. A abordagem investigativa possibilita que a discussão sobre a Natureza da Ciência seja feita de modo a instigar o estudante a pensar. Durante a construção das explicações para o fenômeno observado no experimento, o estudante exerce sua autonomia no processo de aprendizagem (Wartha; Lemos, 2016). O uso da experimentação em sala de aula deve vincular o trabalho manual e o intelectual; além de o estudante manipular equipamentos, é necessário que ele “manipule” ideias. De tal forma que o uso da experimentação não seja apenas lúdico, mas sim um método para criar uma situação-problema ao estudante (Wartha; Lemos, 2016).

A manipulação de ideias está inserida nas discussões em sala de aula, seja entre estudante-

-estudante ou estudante-professor, colocando o professor como mediador do processo coletivo para a produção do conhecimento científico. Para tais discussões, deve ser valorizada a cultura de questionamento nas aulas, bem como o uso de evidências, a fim de desenvolver uma percepção mais subjetiva dos dados analisados (Franco; Munford, 2017). Esses autores também consideram três fatores que limitam a aplicação de atividades com abordagem investigativa, são eles: professores, materiais e estudantes. Tais fatores estão presentes na realidade da escola pública no Brasil nos últimos tempos. Muitos professores tiveram essas discussões de diferentes formas de abordar o Ensino de Química durante sua formação, entretanto sentem dificuldades para aplicá-las. Ou ainda, nem tiveram tal tipo de formação. Constata-se também a inexistência de materiais para tais implementações e o não interesse dos estudantes.

Além do que foi exposto nos parágrafos iniciais desta seção, identificamos, durante nossas buscas e estudos, algumas publicações que trouxeram o uso da experimentação em sala de aula, vinculadas ao Ensino por Investigação.

Duarte (2017) apresenta-nos uma SD que objetivou trabalhar com estudantes do 2º ano do Ensino Médio conteúdos de Termoquímica, por meio de uma abordagem investigativa problematizadora com situações do cotidiano do estudante, esperando analisar mudanças conceituais dos estudantes e a promoção do uso da argumentação em sala de aula. A SD continha doze aulas e foi estruturada segundo os três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov e Angotti, utilizando textos contextualizados e experimentos, que retratam fenômenos observados em seu cotidiano e relacionavam-se com a Termoquímica. Após a aplicação da SD, concluiu-se que foi possível promover certa melhoria na aprendizagem dos estudantes, no que se refere à compreensão de conceitos e fenômenos. Os estudantes apresentaram uma progressão na aquisição da linguagem científica ao longo das atividades, evidenciado pela análise das respostas aos questionários ao longo da SD.

Pereira (2019) propôs-se a responder à seguinte questão: “Quais os limites e possibilidades do processo de reflexão sobre a ação para a construção de uma sequência didática sobre Termoquímica desenvolvida com alunos do Ensino Médio?”. No trabalho analisado, o autor descreveu a análise de duas SD sobre Termoquímica, uma aplicada em 2017 e a outra em 2018. A pesquisa foi pautada na metodologia da pesquisa-ação, e nas SD foram inseridas atividades contextualizadas, fenômenos do cotidiano dos estudantes, investigações e o incentivo ao uso da argumentação em sala de aula. A SD aplicada em 2017 era composta por treze aulas, já a aplicada em 2018 era constituída por oito aulas (a qual foi seu produto educacional). Este produto foi estruturado em forma de planejamento, com os seguintes tópicos em cada aula: conteúdo, objetivo, recurso, descrição da atividade, sugestão de avaliações e de leituras. Possuía uma linguagem clara e de fácil entendimento para o professor regente, e a formatação da SD também era simples. Seus participantes eram estudantes do 2º ano do Ensino Médio e o objetivo da atividade foi investigar o calor envolvido na reação de decomposição da água oxigenada. As perguntas da situação-problema foram: “(I) O que você notou sobre a variação da temperatura no calorímetro? (II) A reação estudada é exotérmica ou endotérmica? Justifique” (Pereira 2019, p. 105). Para o autor, com a realização do experimento foi possível verificar um aumento do interesse e da aprendizagem dos estudantes. A participação e o engajamento deles na proposta também mostraram que o experimento pode ser uma alternativa para reforçar conceitos ensinados anteriormente, como também uma possibilidade de aproximação das interpretações dos estudantes sobre os fenômenos.

Cavalcante (2017) traz outra proposta em que nos inspiramos, apresentando um roteiro com sete experimentos demonstrativos-investigativos, relacionados à Termoquímica, e que procuram se dedicar aos seguintes conceitos: calor, processos endotérmicos, processos exotérmicos, temperatura e capacidade calorífica. Os experimentos foram organizados, seguindo a proposta de abordagem do conhecimento químico em três níveis, sendo eles: macroscópico, submicroscópico, expressão representacional. Os participantes eram estudantes do 2º ano do Ensino Médio, e antes do roteiro foi fornecida ao professor uma breve discussão teórica sobre a abordagem investigativa em experimentos demonstrativos. O proponente fez uso de uma linguagem fácil e acessível e a

estrutura das aulas foi descrita por meio dos seguintes tópicos: tema, subtema, título, equipamentos/materiais, procedimento experimental, observação macroscópica, interpretação submicroscópica, expressão representacional, interface CTS (Ciências, Tecnologia e Sociedade). Segundo o pesquisador, os experimentos demonstrativos-investigativos facilitaram o processo de apropriação do conhecimento químico por parte dos estudantes.

Diante do exposto, delimitamos os critérios para o produto educacional resultante do movimento investigativo que realizamos e de que trazemos diversas informações neste relato. Foram levados em consideração os destaques indicados nas publicações inspiradoras e proposições que pudessem potencializar a SD em elaboração. Para isso optamos por: (I) utilizar experimentos contextualizados ao cotidiano do estudante; (II) que os materiais e reagentes sejam de fácil acesso; (III) linguagem clara e objetiva para os materiais do professor e do estudante; (IV) investir em uma apresentação visual atrativa; (V) no material do professor fornecer material de apoio como leitura ou vídeos explicativos; (VI) disponibilizar ao professor orientações de como conduzir a execução do experimento.

A escolha do experimento teve como um dos critérios utilizar fenômenos do cotidiano do estudante, para serem discutidos do ponto de vista científico. O uso da experimentação tem sido uma metodologia capaz de envolvê-los e despertado o senso crítico de observação, coleta de dados e formulações de hipóteses do que é estudado.

Entretanto, gostaríamos de ressaltar sobre a atenção do professor ao se conduzir uma atividade experimental. Segundo Bachelard (1996), existem obstáculos epistemológicos que o indivíduo enfrenta durante a formação do espírito científico. Entende-se, desta forma, que a Experiência Primeira é o obstáculo inicial para a cultura científica, pois ela é caracterizada com o primeiro contato que o estudante possui com a atividade proposta, sendo assim, geralmente é algo elaborado para chamar sua atenção.

Portanto, parece-nos interessante que nós, enquanto professores de Ciências da Natureza, devemos ter nossa atenção redobrada ao levar para a sala de aula atividades experimentais, para que sua condução direcione os estudantes para a explicação científica do fenômeno e não somente à beleza do experimento. É necessário que o professor consiga guiar a “curiosidade ingênua” do estudante para a “curiosidade crítica” do que é observado.

A seguir, trazemos algumas ideias de Bachelard que nos auxiliaram na elaboração, bem como as ideias de formular os questionários propostos na SD.

Bachelard e seus obstáculos epistemológicos

“Epistemologia” pode ser assim definida quando acessamos um dicionário: “a reflexão sobre a natureza, o conhecimento e suas relações entre o sujeito e o objeto” (DICIO, 2021). Para Bachelard (1996), Epistemologia é o ramo da Filosofia em que se considera também o conhecimento científico e, conseqüentemente, os princípios teóricos e práticos para sua formação. Segundo ele, o conhecimento científico é construído mediante rupturas epistemológicas sucessivas, ou também conhecido como obstáculos epistemológicos. Em seu livro intitulado *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento* ele indica que “o pensamento científico é abstrato” (Bachelard, 1996, p. 8), e que essa característica é capaz de desobstruir o espírito, tornando-o, assim, mais leve e dinâmico.

Considerando que o processo de abstração não é uniforme, é que se faz necessário refletir sobre as dificuldades, ou seja, sobre os obstáculos; para a realização das abstrações corretas é preciso reconhecer quais são os possíveis obstáculos epistemológicos e depois superá-los.

Os autores Trindade, Nagashima e Andrade (2019) salientam que durante o processo de ensino e de aprendizagem, o professor precisa estar atento à sua didática, para que estes obstáculos epistemológicos não estejam presentes na sua forma de ensinar, nem tampouco nos recursos utilizados. Entendê-los torna-se necessário, uma vez que estão possivelmente presentes dentro de nós ou à nossa volta, nas experiências vivenciadas ao longo do processo formativo educacional.

Complementando o exposto, cabe destacar que Bachelard (1996) apresenta sete obstáculos epistemológicos como principais: Experiência Primeira, Conhecimento Geral, Obstáculo Verbal, Conhecimento Unitário e Pragmático, Obstáculo Substancialista, Obstáculo Realista, Obstáculo Animista.

A Experiência Primeira acontece de imediato e é aquela vivência que vem antes da crítica e que deve fazer parte do espírito científico, “já que a crítica não pôde intervir de modo explícito, a experiência primeira não constitui, de forma alguma, uma base segura” (Bachelard, 1996, p. 29). Ela pode estar diretamente relacionada com a forma com que um problema é apresentado ao estudante, ou seja, ao ato de levar para a sala de aula determinado experimento, por exemplo, provavelmente irá ‘prender’ a atenção dos estudantes. Entretanto, a reflexão que se deve fazer nesta situação é: os estudantes estão interessados pelo visual do experimento ou na explicação científica? Para Bachelard (1996, p. 36), “o fato de oferecer uma satisfação imediata à curiosidade, de multiplicar as ocasiões de curiosidade, em vez de benefício, pode ser um obstáculo para a cultura científica. Substitui-se o conhecimento pela admiração, as ideias pelas imagens”.

O segundo obstáculo epistemológico é do Conhecimento Geral. Segundo Bachelard (1996, p. 69), “nada prejudicou tanto o progresso do conhecimento científico quanto a falsa doutrina do geral”. O autor procura destacar como as verdades gerais, tidas como absolutas, passam a ser intocáveis. De tal forma que dificultam o progresso do pensamento científico, uma vez que não haverá questionamentos ou interesse em aprofundar determinado assunto.

O terceiro obstáculo epistemológico são os hábitos relacionados à natureza Verbal. Ou seja, quando ocorre a explicação verbal de determinado assunto, mas com a referência a um substantivo conhecido. Prática muito comum na sala de aula, quando o professor opta por relacionar o que se quer explicar com uma metáfora ou analogia. Acreditando, assim, que a imagem que o estudante conhece pode ocupar o lugar de uma explicação.

O quarto obstáculo epistemológico é o do Conhecimento Unitário e Pragmático. Este obstáculo traz algumas crenças sobre as generalidades, mas agora de forma mais ampla. Ele está relacionado às situações conhecidas pelo senso comum, em que o olhar se volta apenas para aspectos relevantes, de maneira a fornecer sentidos. Por não levar em consideração as singularidades dos contextos, o pensamento pode ser partido, absorvendo apenas aquilo que em princípio fosse útil.

O quinto obstáculo epistemológico é o Substancialista. Este pode ter sido promovido pelo uso constante de imagens, que materializam, ou da atribuição de qualidade aos conceitos. Fatores estes presentes, eventualmente, nas explicações dos professores ou nos recursos pedagógicos utilizados, como os livros didáticos.

O sexto obstáculo epistemológico é o Realista. Obstáculo este que se relaciona ao que é real, concreto, deixando em segundo plano o que é abstrato. As discussões passam a ser centradas em evidências coletadas empiricamente, sem que ocorra em seguida, a abstração para as reflexões do conteúdo científico envolvido.

O sétimo e último obstáculo epistemológico é o Animista. Classifica-se como sendo a utilização de características humanas a fenômenos, grandezas físicas ou coisas inanimadas. Isto significa animar, atribuir vida, sentimentos a situações como a eletricidade, reações ou ligações químicas. Bachelard atribui a este fetichismo da vida, uma necessidade dos cientistas.

Optamos por dar um enfoque ao obstáculo epistemológico Experiência Primeira, por perceber que esta é uma das dificuldades que o professor poderá enfrentar durante as aulas e discussões da SD que elaboramos e propusemos.

Entende-se também, desta forma, que a Experiência Primeira é o obstáculo inicial para a cultura científica, pois ela é caracterizada como o primeiro contato que o estudante possui com a atividade proposta. Sendo assim, geralmente, é algo elaborado para chamar sua atenção.

Alguns professores optam por levar em suas aulas atividades experimentais, que tenham luzes, efeitos, cores e exuberância, pois são formas de entreter e encantar os estudantes. Porém, deve-se ter cautela para tal abordagem experimental, porque em alguns destes casos acabam

causando uma ruptura do pensamento e não uma continuidade entre a observação e a experimentação (Bachelard, 1996). Portanto, os professores de Ciências precisam ter sua atenção redobrada ao levar para a sala de aula atividades experimentais, para que sua condução direcione os estudantes para a explicação científica do fenômeno e não somente à beleza do experimento. Isto não quer dizer que a experimentação não traga nenhum benefício ao processo de ensino e de aprendizagem, mas é de suma importância que o professor consiga se conscientizar de que o estudante precisa sair de uma “curiosidade ingênua” para a “curiosidade crítica” do que é observado (Gonçalves; Marques, 2006 *apud* Trindade; Nagashima; Andrade, 2019).

A utilização da experimentação investigativa nas aulas de Química pode ser uma abordagem que auxilia o professor a inteirar-se sobre os conhecimentos espontâneos, que os estudantes trazem para a sala de aula. Esta aproximação dialoga com a teoria de Bachelard (1996), ao dizer que o conhecimento não surge completo e estruturado, mas como resposta a certa pergunta. Assim, o uso do Ensino por Investigação pode contribuir com o processo de construção do conhecimento. A partir de uma situação-problema, gerada na atividade experimental, o estudante é instigado a apresentar suas hipóteses para a resolução. Suas ideias são discutidas, testadas e, se necessário, reformuladas, até que seja possível chegar ao conhecimento científico, o que é definido como a formação do espírito científico (Bachelard, 1996).

A escolha do fenômeno estudado também é peça fundamental, pois, segundo Gonçalves e Goi (2020), o desafio do Ensino de Ciências é explicar fenômenos naturais do ponto de vista científico, mas que seja relacionado ao cotidiano dos estudantes. O uso da experimentação tem sido uma metodologia capaz de envolvê-los e tem despertado o senso crítico de observação, coleta de dados e formulações de hipóteses do que é estudado.

Para que a aprendizagem seja favorecida, a atividade experimental deve ser bem estruturada e conduzida, de tal forma que os estudantes tenham oportunidade para pensar e para questionarem, pois, como afirma Bachelard (1934, p. 111), “o pensamento completa a experiência”.

É necessário que o professor, então, crie espaço durante a experimentação, para que ocorra essa interação entre estudante-estudante, como também entre estudante-professor. Estabelecer uma cultura de diálogo é importante, para que o estudante se sinta confiante para apresentar suas ideias. Barbosa (2011), que também escreve sobre a teoria bachelardiana, em uma de suas publicações traz uma relação interessante a respeito da importância de o aluno raciocinar e experimentar (Bachelard, 1934 *apud* Barbosa, 2011). Portanto, parece-nos que todo experimento precisa se vincular a uma linha de raciocínio baseada em conteúdos científicos, e não ser somente ilustrativo. Bachelard (1996, p. 65) ressalta sobre o verdadeiro papel de atividades experimentais, que “não deve tratar-se de provar e sim de experimentar”.

Outro cuidado que o professor necessita ter para minimizar obstáculos epistemológicos em suas aulas práticas, é quando o experimento é realizado e não há explicações nas aulas seguintes. Isto pode gerar duas estruturas no pensamento do estudante, o qual poderá interpretar os conteúdos envolvidos no experimento como conceitos vagos e superficiais ou generalizados. Trindade, Nagashima e Andrade (2019) afirmam que essas interpretações equivocadas do experimento podem acontecer quando a explicação do fenômeno é muito fechada e superficial, não proporcionando um momento para questionamentos por parte dos estudantes. As generalizações de conceitos, em algumas discussões no Ensino de Ciências, dificultam o processo de construção do conhecimento científico, uma vez que estas generalizações, que os estudantes fazem, podem ter sido criadas sem fundamento teórico ou baseadas em conceitos equivocados. Assim, considerando o Ensino por Investigação, é importante que o professor destine um momento para a sistematização do conteúdo didático envolvido no experimento, como proposto por Carvalho (2013). A autora aponta cinco itens que uma atividade deve conter, para que seja considerada investigativa. Para ela, uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI) deve ter: **Elaboração de um problema** – o problema deve ser contextualizado, introduzir os estudantes no assunto que se quer trabalhar e oferecer condições para que eles possam pensar nas variáveis envolvidas na situação proposta. Podem ser de três tipos: i) Experimental: aparato experimental de fácil manejo, que deve permitir aos estudantes

resolverem o problema; ii) Não experimental: atividade complementar, cujo objetivo é introduzir novos conceitos que darão suporte ao planejamento curricular, por exemplo, figuras de jornal ou textos da internet; ou ainda, iii) Demonstrações investigativas: realizadas pelo professor, por exemplo, nas situações em que há a manipulação de elementos perigosos. **Levantamento de hipóteses** – ideias para se resolver o problema e a colocação destas ideias em prática. **Leitura de textos de sistematização do conhecimento** – atividade complementar ao problema, cujo objetivo é repassar todo o processo de resolução do problema proposto, mas também os principais conceitos e ideias surgidos. Nesse caso, é possível uma sistematização do conteúdo trabalhado em uma linguagem mais formal. **Atividade de contextualização social e/ou de aprofundamento do conteúdo** – guiada por questões ou textos que relacionem o problema investigado com um problema social ou tecnológico, ou ainda com o dia a dia do estudante. **Atividade de avaliação** – avaliação dos conceitos, termos e noções científicas, avaliação das ações e processos da Ciência e avaliações das atitudes apresentadas durante as atividades de ensino. Deve proporcionar uma autoavaliação por parte dos estudantes, de seus avanços e conquistas.

É natural que os estudantes questionem e procurem melhores explicações para o que estão observando. Bachelard (1996, p. 21) afirma ainda que esta é uma atitude característica das pessoas movidas pelo espírito científico, elas desejam “saber, mas para imediatamente, melhor questionar”. Assim, precisa-se dar atenção às dúvidas, pois é justamente em um conhecimento não questionado que pode estar embutido um obstáculo epistemológico, que dificulta o aprendizado.

Ainda considerando este momento de diálogo, que surge em uma atividade experimental, é importante que o professor explique a linha de raciocínio que levou ao resultado observado, pois, caso contrário, o estudante vai associar o resultado às suas imagens mais conhecidas. Bachelard (1996) destaca sobre essa questão, que é necessário que o estudante compreenda, pois “só se consegue guardar o que se compreende” (p. 289). Caso isso não seja atingido, “o estudante compreende do seu jeito. Já que não lhe deram as razões, ele junta ao resultado razões pessoais, é assim que ele amadurece uma intuição não explicada” (Bachelard, 1996, p. 289).

As razões pessoais do estudante é o que podemos chamar também de conhecimentos espontâneos, os quais possuem grande influência neste processo da formação do espírito científico. Os estudantes trazem para a sala de aula concepções formadas por meio da sua vida cotidiana e experiências passadas. Tais conhecimentos espontâneos acabam se tornando um obstáculo ao conhecimento científico, quando divergem por muitas vezes. Logo, torna-se necessário que o professor guie as discussões e o raciocínio da aula, com o intuito de romper com essas concepções primordiais enraizadas no pensamento do estudante (Trindade; Nagashima; Andrade, 2019).

Portanto, a mera observação ou reprodução de uma atividade experimental não garante que o estudante compreendeu o assunto. É necessário levar em consideração, que todo estudante possui alguns conhecimentos empíricos constituídos; a aprendizagem, então, não se baseia em adquirir uma cultura experimental, mas, sim, mudar de cultura experimental. Consequentemente, a abordagem do professor deve auxiliar para que os obstáculos, já acumulados pela vivência cotidiana do estudante, sejam rompidos, a fim de que se estabeleçam os conhecimentos científicos (Bachelard, 1996).

O percurso organizacional, a estruturação e a elaboração da SD: alguns esclarecimentos

Para a elaboração do *e-book*, foi utilizado o *site* gratuito Canva.com (que também possui a versão em aplicativo), que é uma ferramenta de criação de peças gráficas para diversas mídias. Tal *sítio* possui uma interface de simples utilização e seu acesso é diretamente pelo navegador, ou seja, totalmente *on-line*. O produto desta dissertação pode ser acessado por meio do *link*: <https://www.repositorio.ufop.br/items/23bf753c-07e1-43f6-ae32-eaa47df1f3de>.

A Sequência Didática (SD) era composta de cinco aulas e o público-alvo eram estudantes do 2º ano do Ensino Médio, da rede pública estadual. O enfoque das discussões deveria combinar tanto as competências gerais da BNCC, quanto específicas das Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

O *e-book* foi dividido em dois arquivos, um chamado Material do Professor, que serviria de apoio para a execução e discussão das atividades, havendo também os planos de aula. O outro arquivo era o Material do Estudante, que contém as atividades a serem respondidas e o roteiro da aula experimental. Ressaltamos que o intuito de produzirmos um material recheado de detalhes, não era fornecer uma “receita de bolo” ao professor, mas sim de disponibilizar embasamento teórico para a execução e condução das atividades. De tal forma que o docente se sentisse confiante e confortável com a proposta. Em alguns momentos, também foram disponibilizadas sugestões de leituras de referencial teórico, para os interessados em aprofundar os conhecimentos sobre as abordagens.

Os planos de aula foram estruturados no modelo Planejamento em Dobro, o qual descreve as ações, tanto do professor quanto dos estudantes em cada etapa da aula. Foram apresentados também o objetivo da aula e uma técnica de arremate para avaliar se o objetivo foi contemplado na execução.

Na versão para o estudante, foram disponibilizados os comandos para a execução das atividades, orientações sobre a utilização do *site*, caso o professor opte por realizar as atividades na versão *on-line*.

Para socializar a SD aos professores da Educação Básica, ou seja, divulgar o *e-book*, elaboramos um *podcast* assim intitulado: *Explica aí Professora* para o canal e *Atividade Investigativa*, disponibilizado na plataforma *Spotify* e que pode ser acessado pelo seguinte link: https://open.spotify.com/episode/6L7WXqdDcHPTTvC7M1Pg3l?si=C4lBdm_QTQyMJreEi9OICQ.

Com o intuito de tornar as aulas mais interativas e dinâmicas, foi levado em consideração, em alguns momentos da SD, o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação.

Entretanto, como um dos objetivos da SD foi levar em consideração a realidade e contexto dos estudantes, as atividades estão sujeitas a adaptações. Por exemplo, caso os estudantes não possuam celular com acesso à *internet*, a atividade poderia ser realizada na versão impressa, que também está disponibilizada no arquivo do Planejamento de Aula.

Na primeira aula, sugerimos a aplicação de um questionário inicial aos estudantes, para ser respondido individualmente, com o intuito de levantar os conhecimentos espontâneos, que eles possuem sobre os conceitos relacionados à Termoquímica. As perguntas eram: 1) Para você, o que é Temperatura? 2) Para você, o que é calor? 3) Com o que está relacionado o estudo da Termoquímica? 4) Cite um exemplo de Processo Endotérmico que ocorre no seu dia a dia. 5) Cite um exemplo de Processo Exotérmico que ocorre no seu dia a dia. 6) Analise em termos científicos a frase abaixo como correta ou errada, justifique a sua resposta: “Feche a janela para o frio não entrar”.

Na segunda aula, trazemos a proposição de uma atividade experimental, que utiliza materiais de fácil acesso, como carvão, fósforo, saco plástico, garrafa plástica e água da torneira. Nesta aula, apresenta-se a situação-problema aos estudantes: Como apagar a brasa da churrasqueira e ainda aproveitar o carvão para outro churrasco?

O contexto está focado em uma pessoa fazendo um churrasco, mas que as carnes já tenham acabado e ainda possui brasa acesa. Qual seria a opção adequada para apagar a churrasqueira e reutilizar o carvão? Considerando que deixar as brasas se apagarem por conta própria não é indicado, pois além de virarem cinzas, não é recomendado por motivos de segurança e prevenção de acidentes. Jogar água na churrasqueira também não é uma opção, pois além de molhar o carvão, o que impossibilita de ser reutilizado em outro churrasco, aumenta a sujeira com a formação de uma poeira escura de difícil limpeza.

A atividade experimental, proposta na SD, foi baseada em um experimento realizado pelo apresentador Valtão Oliveira, do canal da TV Churrasco¹. O experimento proposto faz uso de carvão, fósforo, garrafa plástica, saco plástico e água da torneira. Acredita-se que o contexto do

¹ <https://www.youtube.com/tvchurrasco>.

experimento, um churrasco, esteja inserido no cotidiano da maioria dos estudantes, seja eles mesmos realizando um churrasco em casa ou participando de um evento que estivesse com uma churrasqueira acesa.

Para que a churrasqueira esteja acesa e o braseiro se forme, é necessário que os três elementos (combustível, comburente e fonte de calor) estejam evidentes no processo.

Em suma, o experimento se baseia em colocar sobre a brasa acesa um saco plástico preenchido de água (amarrado e sem furos) e uma garrafa plástica também fechada e cheia de água. O resultado esperado é que, em nenhuma das duas situações citadas, o plástico não derreta sobre a brasa acesa. A ideia central é usar um saco plástico ou garrafa plástica cheios de água para apagar a brasa quente e conseguir reutilizar aquele carvão, que sobrou, para o próximo churrasco. Para que seja possível a brasa apagar-se e tornar-se viável a reutilização do carvão, é necessária a combinação de dois fatores.

Primeiro a água absorve o calor, diminuindo a fonte de energia (inicialmente a temperatura da brasa é maior que a temperatura da água dentro do saco) e em seguida diminui a quantidade de comburente (oxigênio), criando um efeito de abafamento, com isso, não haveria tempo hábil para que o saco plástico derretesse. Sendo assim, dois elementos do Triângulo do Fogo foram afetados, a fonte de energia e o acesso ao comburente, isso já compromete para que o braseiro não permaneça aceso.

O segundo fator é que a água possui maior capacidade térmica que o plástico e o carvão e, assim, consegue absorver o calor gerado pelo carvão (pois o corpo de maior temperatura cede calor para o corpo de menor temperatura), e transferir ao plástico em um tempo menor do que o necessário para derreter o plástico. Para esquentarmos a água, é necessário absorver muita energia, já que a água tem grande calor específico, esta energia é absorvida sem que a temperatura do plástico chegue a ser tão alta que o derreta. Este processo, de ceder ou absorver calor, deve ser relacionado com o que ocorre em processos endotérmico e exotérmico. Desta forma, a massa de água no saco é capaz de absorver grande quantidade de energia provinda do braseiro, o que acaba por esfriar o carvão por perto que, então, também vai se apagando, até que todos os focos de combustão sejam extintos.

Considerando a teoria de Bachelard (1996), sobre a formação do espírito científico, o professor precisa estar atento para que seja possível superar os eventuais Obstáculos Epistemológicos que podem surgir no processo de ensino e de aprendizagem. Obstáculos estes, que não só causam a paralisação da construção do pensamento científico, mas também auxiliam para o seu regresso. Cabe lembrar ainda que, ao se utilizar uma atividade experimental em sala de aula, como a que está presente na SD que elaboramos, precisa-se considerar a forma de condução da atividade experimental, buscando romper com os Obstáculos evidenciados sem criar dificuldades para que o estudante adquira os conhecimentos desejados.

Para a SD sugerida destacamos dois aspectos que dialogam com elementos abordados por Bachelard (1996): o obstáculo da Experiência Primeira e o rompimento dos conhecimentos espontâneos. Na formação do espírito científico, o primeiro Obstáculo é a Experiência Primeira, aplica-se, por exemplo, quando o estudante fica mais motivado pela beleza do experimento do que por sua explicação científica. Como se a sensação de vivenciar a experiência fosse mais valiosa do que a crítica sobre o raciocínio para a explicação do fenômeno.

Logo, o professor, que conduz uma atividade experimental, deve valorizar mais as ideias do que as imagens. De tal forma que a utilização do experimento crie uma continuidade entre a observação e a experimentação e não uma ruptura.

Por isso, durante as aulas dois e três da SD, foram disponibilizados momentos para que os estudantes reflitam e proponham hipóteses para os fenômenos observados. As discussões, entre os próprios estudantes e entre professor-estudante, têm o objetivo de que o experimento não seja utilizado unicamente por ser visualmente interessante, mas também por envolver conhecimentos científicos.

O segundo aspecto da teoria de Bachelard (1996), que se relaciona à SD, é o processo de rompimento dos conhecimentos espontâneos para o desenvolvimento dos conhecimentos científicos. Os estudantes trazem para a sala de aula, conhecimentos adquiridos com base em suas rotinas e vida cotidiana, chamamos estes de conhecimentos espontâneos. Os quais, por sua vez, podem acabar se tornando um Obstáculo para a formação dos conhecimentos científicos, já que estes conhecimentos espontâneos podem ser atrelados a ideias errôneas.

Entretanto, é importante que o professor tenha acesso a estes conhecimentos que os estudantes possuem. Por isso, nas aulas um, dois e três foram destinados momentos para que os estudantes os registrem. Uma vez que o professor sabe do que e como o estudante possui consolidados determinados conteúdos, é que se parte o direcionamento para os conhecimentos científicos. O professor precisa enfatizar, durante as discussões em sala de aula, que os conhecimentos espontâneos atendem às explicações até certo ponto. Para um determinado contexto, como em uma conversa casual entre amigos, talvez os conhecimentos espontâneos consigam justificar os fenômenos. Mas em outros contextos, como o educacional, é prezado que o entendimento dos fenômenos seja feito a partir do conhecimento científico.

É válido ressaltar que tais conhecimentos não devem ser construídos sobre os espontâneos, o estudante precisa rompê-los, para, aí sim, desenvolver o pensamento científico. Bachelard (1996) destaca que ao se considerar a Epistemologia da Ciência, um fato mal interpretado, gera um Obstáculo, um contrapensamento para a aprendizagem baseada na formação do espírito científico.

A terceira aula da SD propõe a discussão das ideias, momento este em que os estudantes são convidados a socializar suas respostas dos grupos da Atividade 2 (realizada na aula anterior – aula 2, por isso assim numerada), apresentando suas hipóteses para a resolução da situação-problema. Após a apresentação das teorias seguidas da discussão entre os pares, os estudantes teriam a possibilidade de reformular sua resposta para a situação-problema da Atividade 2.

Na quarta aula da Sequência Didática, é prevista uma sistematização do conteúdo abordado na aula 2 – atividade experimental, além das discussões das ideias na aula três. Dessa forma, sugere-se a discussão do conteúdo didático de processos endotérmico e exotérmico, associando às evidências coletadas durante a realização da atividade experimental. Espera-se que, ao término, os estudantes consigam diferenciar e classificar os processos endotérmico e exotérmico, além de identificar evidências, que auxiliem a analisar estes fenômenos no dia a dia. Anseia-se que nesta aula, considerando todas as articulações que foram feitas ao longo da SD, o estudante consiga apropriar-se dos conhecimentos científicos e superar os conhecimentos espontâneos, advindos somente da observação da experiência. Para esta aula, selecionamos alguns tópicos que pudessem auxiliar o professor durante a sistematização do conteúdo, como diferenças entre processos e reações, evidências da ocorrência de uma reação química, definição do que são reagentes e produtos em uma reação, definição e exemplos de processos endo e exotérmicos e variação de entalpia e gráficos.

Na quinta e última aula, tem-se a aplicação aos estudantes de um questionário em forma de simulado, contendo dez questões de Avaliações Externas (vestibulares e Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)), que envolvam os conteúdos trabalhados. Sendo assim, além das avaliações diagnósticas e formativas, que já foram desenvolvidas nas aulas anteriores da Sequência Didática, neste momento, o professor teria a possibilidade de aplicar uma avaliação individual somativa.

Segundo Bachelard (1996), para a formação do espírito científico, cada indivíduo precisaria, necessariamente, passar por três estados, sendo eles: o estado concreto, concreto-abstrato e abstrato. Na SD descrita, o estado concreto é evidenciado na segunda aula (com a atividade experimental), sendo o momento em que o espírito se entretém com as primeiras imagens do fenômeno. Já o estado concreto-abstrato é destacado nas segunda e terceira aulas, em que o estudante acrescenta à experiência física, esquemas para apresentar sua intuição, elaborando, assim, suas hipóteses para a resolução da situação-problema. O estado abstrato é potencialmente visualizado na quarta aula, em que o espírito incorpora informações voluntariamente, desligadas da experiência imediata. Este dinamismo do pensamento científico pode ter sido incentivado a se formar, após as discussões e

direcionamentos que o professor propõe.

Acredita-se que com o desenvolvimento adequado desta SD, os estudantes vivenciem uma atividade, a qual incentiva a formação do pensamento científico.

Considerações finais

A SD idealizada buscou apresentar ao professor um material, que pudesse enriquecer sua prática pedagógica, e ao estudante proporcionar um ambiente de aprendizagem, que incentivasse seu pensamento crítico e reflexivo. Em termos de estruturação das aulas da SD, foi possível dialogar com o referencial teórico em alguns aspectos, os quais acreditamos ser o diferencial da proposta.

É importante que o estudante se sinta agente da construção do conhecimento, de forma a combinar conhecimentos práticos (contextualização) e conhecimentos amplos e abstratos (cultura geral e visão de mundo), ou seja, um aprendizado de caráter prático e crítico e não apenas um treinamento específico (Brasil, 2017). Segundo Martins *et al.* (2016), na atualidade há a necessidade de implementar novas estratégias didáticas, para incentivar o engajamento dos estudantes e favorecer a aprendizagem dos conteúdos nas aulas de Química.

Uma das abordagens, que favorece este desenvolvimento, é a utilização da experimentação aplicada ao cotidiano dos estudantes, permitindo assim a criação de problemas reais em que os estudantes sejam incentivados a questionarem e a investigarem possíveis soluções (Guimarães, 2009).

Na primeira aula, com a aplicação do questionário de sondagem, procura-se proporcionar ao professor a oportunidade de conhecer quais assuntos os estudantes já possuem consolidados e dar prosseguimento às discussões, a partir do que eles sabem. Este propósito também foi apresentado por Carvalho (2011) e Bachelard (1996), em que os autores defendem a ideia de que o ensino deve partir dos conhecimentos espontâneos que os estudantes trazem para a sala de aula. Logo, um dos papéis do professor é ser um mediador do processo, em que o estudante consiga romper estes conhecimentos espontâneos, apropriando-se do conhecimento científico.

Segundo Silva (2015), é importante incentivar os estudantes a perceberem como os conhecimentos científicos se aplicam em situações reais, por isso, em algumas das questões é solicitado que o estudante forneça um exemplo do dia a dia para processos endotérmico e exotérmico. Além, claro, da escolha da atividade experimental ter sido pensada utilizando um contexto que o estudante provavelmente já vivenciou, um churrasco. A importância da contextualização também é defendida por outros autores como Carvalho (2010) e Cachapuz *et al.* (2005), que afirmam a importância de se apresentar ao estudante uma visão contextualizada da Ciência, para que o processo de ensino e de aprendizagem seja atrativo.

Na segunda aula com a realização da atividade experimental, busca-se por um caráter prático, que humaniza o cientista, possibilitando que o próprio estudante seja capaz de “fazer” Ciência e aprenda a manipular os materiais, como exposto por Cachapuz *et al.* (2005) e Sasseron (2013). Ao se utilizar uma atividade experimental em sala de aula, é importante ressaltar o papel do professor. Segundo Bachelard (1996), existem Obstáculos Epistemológicos que se enfrentam durante a formação do espírito científico, e entende-se, desta forma, que a Experiência Primeira é o obstáculo inicial para a cultura científica, pois ela é caracterizada com o primeiro contato que o estudante possui com a atividade proposta. Sendo assim, geralmente é algo elaborado para chamar sua atenção.

Para o desenvolvimento do experimento, a escolha foi pelo trabalho em grupo, pois, segundo Cachapuz *et al.* (2005) e Carvalho (2011), este formato possibilita a interação social entre estudante-estudante. Entretanto, para que o trabalho seja desenvolvido de forma ordenada e eficaz, cada integrante da equipe deve possuir uma função, que foi descrita na versão do *e-book* para o estudante. Além disso, o professor também pode avaliar tal situação e delegar funções que incentivem o desempenho de conhecimentos atitudinais, por exemplo.

Na terceira aula, em que se procura socializar as respostas dos grupos, para dar início à

discussão de ideias relativas às hipóteses elaboradas pelos estudantes para a situação-problema: como apagar a brasa da churrasqueira e ainda aproveitar o carvão para outro churrasco? Segundo alguns estudos, são indicadas quatro das principais concepções sobre esta temática, sendo elas: (i) “para formar qualquer substância é necessário fornecer energia, e que o contrário, retirar calor, seria a destruição da substância” (Munford; Lima, 2007, p. 22); (ii) o calor sendo uma substância; (iii) a existência de duas formas de calor (calor quente e calor frio); (iv) “o calor diretamente proporcional à temperatura” (Cavalcante, 2017, p. 25-27). Considerando o exposto, na versão do *e-book* para o professor, foi indicado que ele guie a discussão na sala de aula, de forma que o estudante consiga romper com esses possíveis conhecimentos espontâneos, apropriando-se do conhecimento científico.

Na quarta aula programada na SD, tem-se dois momentos importantes: i) a possibilidade de interação entre professor-estudantes, e ii) a construção da definição dos conhecimentos científicos. Esta interação deve ocorrer com a retomada das respostas dos estudantes ao questionário de sondagem e discussões com toda a turma, guiando as discussões, para criar a conexão entre os assuntos do questionário inicial (aplicado na primeira aula) com as evidências coletadas durante a atividade experimental. Momento em que os estudantes apresentam suas hipóteses e o professor testa as teorias para a resolução da situação-problema. Esta abordagem dialoga com o que os autores Cachapuz *et al.* (2005) e Sasseron (2013) propõem, que a Ciência não é feita ao acaso e pauta-se na cultura dos métodos científicos.

A definição dos conhecimentos científicos acontece quando o professor constrói com os estudantes a explicação para a situação-problema, que permeia o experimento, além de definir outros conceitos centrais sobre Termoquímica, como processos endotérmico e exotérmico. Nesta aula, o estudante ainda tem a oportunidade de reformular suas respostas da atividade anterior, uma vez que se espera que, ao final da discussão, ele consiga articular suas ideias para além dos conhecimentos espontâneos, de tal forma a considerar também os conhecimentos científicos adquiridos. Segundo Machado e Sasseron (2012) e Carvalho (2013; 2011), este tipo de atividade permite verificar se houve a apropriação do conceito por parte do estudante, o que podemos classificar também como desenvolvimento de conhecimento conceitual.

Para a quinta e última aula, optamos pela aplicação de questões de Avaliações Externas, que abordam conceitos da Termoquímica, mais especificamente processos endotérmico e exotérmico, mas também utilizam situações do cotidiano.

Por fim, para encerrar a descrição deste relato, relacionamos alguns desafios que podem surgir durante a aplicação da SD: a destreza do professor em relação ao uso de recursos tecnológicos, a necessidade de espaço físico para a realização do experimento e o engajamento dos estudantes na dinâmica de atividades investigativas.

Para a realização do experimento, seria necessário um espaço físico em um ambiente aberto, como um pátio ou quadra, uma vez que se utiliza brasa acesa. Dependendo da estrutura física da escola, essa pode ser uma limitação na proposta, uma vez que, por medida de segurança, não é indicado realizar este experimento em sala de aula.

Nem todos os estudantes estão acostumados a participar de atividades investigativas, então talvez fosse interessante explicar em que se baseiam seus princípios. De tal maneira que desenvolvam entre eles a cultura da argumentação e do diálogo, criando um ambiente seguro, para que as discussões sejam mais ricas e produtivas.

Ainda que não tenhamos podido aplicar a Sequência Didática, devido ao contexto da pandemia e à paralisação das atividades nas escolas na época do desenvolvimento do projeto, pensamos que, ao delinear as descrições realizadas em cada uma das versões do *e-book* e neste relato, a proposta atinja os objetivos a que ela se propôs.

Referências

ABREU, Alexandre Lopes de. A Base Nacional Comum Curricular e o cidadão do novo milênio:

direitos humanos a partir do indivíduo. **Revista da Esmam**, [s. l.], v. 12, n. 14, p. 314-336, 2019.

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Tradução Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BACHELARD, Gaston. **O novo espírito científico**. Tradução António José Pinto Ribeiro. Lisboa: Edições 70, imp. 2020. Título original: *Le nouvel esprit scientifique*, 1934.

BARBOSA, Elyana. Gaston Bachelard “O novo espírito científico”. **Revista Ideação**, [s. l.], v. 1, n. 25, 2011.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação (MEC), 2017.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec) / MEC, 1999.

CACHAPUZ, António; GIL-PEREZ, Daniel; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; PRAIA, João; VILCHES, Amparo. **A necessária renovação do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. As práticas experimentais no Ensino de Física. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010. p. 53-78. v. 1.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. O Ensino de Ciências e a proposição de sequências de Ensino Investigativas. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). **Ensino de Ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20. v. 1.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. O Ensino e aprendizagem de Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de Ensino investigativas (SEI). In: LONGHINI, Marcos Daniel (org.). **O uno e o diverso na educação**. Uberlândia: EDUFU, 2011. p. 253-266. v. 1.

CAVALCANTE, Filipe Gouveia. **Experimentos Demonstrativo-Investigativos**: Uma Proposta para o Ensino de Conceitos Termoquímicos. 77 f. 2017. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências) – Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

CERICATO, Itale; CERICATO, Lauri. A formação de professores e as novas competências gerais propostas pela BNCC. **Revista Veras**, [s. l.], v. 8, n. 5, p. 137-149, 2018. DOI:10.14212/veras.vol8.n2.ano 2018.art327. Disponível em: <http://www.lauricericato.com.br/wp-content/uploads/2019/02/LauriCericato.pdf>. Acesso em: 6 dez. 2020.

DUARTE, Kátia Pereira. **Uma proposta para o ensino de termoquímica através de uma sequência didática**. 83 f. 2017. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, João Pessoa, 2017.

DICIO, **Dicionário Online de Português**. Porto: 7Graus, 2021. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/epistemologia/>. Acesso em: 9 jan. 2024.

FRANCO, Luiz Gustavo; MUNFORD, Danusa. Quando as crianças argumentam: a construção discursiva do uso de evidências em aulas investigativas de ciências. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. 22, n. 3, p. 102-124, 2017.

GONÇALVES, Raquel Pereira Nezes; GOI, Mara Elisângela Jappe. Experimentação no Ensino de Química na Educação Básica: Uma Revisão de Literatura. **Revista Debates em Ensino de Química – Redequim**, [s. l.], v. 6, n. 1, 2020.

GUIMARÃES, Cleidson Carneiro. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. **Química Nova na Escola**, [s. l.], v. 31, n. 3, 2009. Disponível em: http://webeduc.mec.gov.br/portaldoprofessor/quimica/sbq/QNEsc31_3/08-RSA-4107.pdf. Acesso em: 6 dez. 2020.

MACHADO, Vitor Fabrício; SASSERON, Lúcia Helena. As perguntas em aulas investigativas de Ciências: a construção teórica de categorias. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], v. 12, n. 2, p. 29-44, 2012.

MARTINS, Sabrina Oliveira; FERREIRA, Josilene R.; MONTEIRO, Rosevane Lima; SOUZA, Ronilson F. O ensino de termoquímica utilizando experimentação com material de baixo custo. **Revista Scientia Plena**, [s. l.], v. 12, n. 6, 2016.

MUNFORD, Danusa; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro e. Ensinar Ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 1-23, 2007.

PEREIRA, Fabiano Guimarães. **Proposta e análise de uma sequência didática para abordar o conteúdo de termoquímica no ensino médio**. 118 f. 2019. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

ROCHA, Joselayne Silva; VASCONCELOS, Tatiana Cristina. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18., Florianópolis, 2016. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0145-2.pdf>. Acesso em: 6 dez. 2020.

SASSERON, Lúcia Helena. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 41-62. v. 1.

SILVA, David Abrão Pereira da. **Atividades investigativas: oportunidades de construção de conhecimentos em Química**. 147 f. 2015. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação: Ensino de Ciências) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

TRINDADE, Daniela Jéssica; NAGASHIMA, Lucila Akiko; ANDRADE, Cíntia Cristiane de. Obstáculos epistemológicos sob a perspectiva de Bachelard. **Brazilian Journal of Development**, [s. l.], v. 5, n. 10, p. 17829-17843, 2019.

WARTHA, Edson José; LEMOS, Marcos Mendonça. Abordagens investigativas no ensino de Química: limites e possibilidades. **Amazônia Revista de Educação em Ciências e Matemática**, [s. l.], v. 12, n. 24, p. 5-13, 2016.